

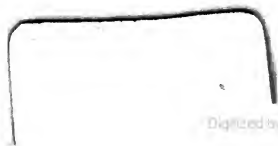
Stanford University Libraries



3 6105 000 643 465

530.5

A613









# THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

THE HISTORY OF THE

A N N A L E N  
DER  
P H Y S I K.

---

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIER UND ACHTZIGSTER BAND.

---

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

---

LEIPZIG  
VERLAG VON JOH. AMBROSIOUS BARTH  
1826.

ANNALEN  
DER  
PHYSIK  
UND  
CHEMIE.

---

HERAUSGEGEBEN  
ZU  
BERLIN  
VON  
J. C. POGGENDORFF

ACHTER BAND.

---

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

---

LEIPZIG  
VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH  
1826.

111452

---

# **I n h a l t**

des achten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

---

## **Erstes Stück.**

- I. Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl der einfachen Atome in chemischen Verbindungen; von J. J. Berzelius (Fortsetzung).**
- Ueber die Art, die relativen Gewichte der einfachen Atome zu bestimmen und mit einander vergleichbar zu machen Seite 1
- Ueber die Art, durch Formeln die Zusammensetzung der Körper auszudrücken, sowohl hinsichtlich ihrer Elemente, als auch hinsichtlich der Anzahl ihrer Atome 7
- Ueber das Gewicht der einfachen Atome der Körper 12
- II. Ueber die Festigkeit der Körper; von H. F. Link** 25
- III. Ein merkwürdiger Blitzschlag; vom Hrn. Hofr. G. W. Muncke zu Heidelberg** 37
- IV. Neue Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni. Sechste Lieferung.**

1. Nachträge zu dem Verzeichnisse herabgefallener Stein- und Eisenmassen	45
2. Ueber Gediengen Eisenmassen, die auch für meteorisch zu halten sind	50
3. Beiträge zu den Nachrichten von herabgefallenen Substanzen, die von Meteorsteinen und Gediengen Eisen verschieden sind	53
4. Beiträge zu den Nachrichten von Feuermeteoriten	54
V. Ueber die Krystallisation des Kupfervitriols, nebst allgemeinen Betrachtungen über das ein- und eingliedrige oder tetartoprismatische System; von A. T. Kupffer, Professor zu Kasan	61
VI. Ueber das Mosaische Gold der HH. Hamilton und Parker	78
VII. Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath- Grammits und Beschreibung des Oligoklas, einer neuen Spezies desselben; von August Breithaupt:	
1. Neueste Geschichte der Feldspathe	79
2. Allgemein krystallographische Bemerkungen	81
3. Ueber die Reihe der einzelnen Spezies	87
4. Petalit	88
5. Periklin	88
6. Tetartin	91
VIII. Ueber Sementini's jodige Säure; von F. Wöhler	95
IX. Ueber die chemische Zusammensetzung des Zinkenit's und Jamesonit's; von Heinrich Rose	99
X. Ueber das Packfong; von Hrn. v. Geradorff zu Wien	103



<b>XI. Sonderbare Bewegungen, in die gewisse Metall-</b> <b>salze unter Umständen versetzt werden können;</b> <b>von Dr. F. F. Runge zu Breslau</b>	<b>106</b>
<b>XII. Ueber eine eigenthümliche Substanz im Meer-</b> <b>wasser; von Hrn. Balard.</b>	
1. Geschichte der Untersuchung	114
2. Ueber die Benennung der rothen Substanz, die aus der Mutterlauge der Soole nach Einwirkung des Chlors erhalten wird	119
3. Ueber die Darstellung des Brom's	119
4. Von den Eigenschaften des Brom's, namentlich von seinen physikalischen Eigenschaften	122
<b>XIII. Ueber die Aufbewahrung von trocknen Gas-</b> <b>arten über Quecksilber; von Hrn. Faraday</b>	<b>124</b>
<b>XIV. Notiz in Betreff der Abhandlung über die</b> <b>Flussspathsäure und deren merkwürdigsten Ver-</b> <b>bindungen; von J. J. Berzelius</b>	<b>129</b>
<b>XV. Notiz in Bezug auf den Aufsatz: Ueber eine</b> <b>Unvollkommenheit in der bisherigen Theorie der</b> <b>Ebbe und Fluth; vom Hrn. Prof. Parrot</b>	<b>130</b>

---

## Z w e i t e s   S t ü c k .

<b>I. Ueber die durch den Barometerstand zu bemer-</b> <b>kenden und täglich in regelmässigen Perioden ge-</b> <b>schehenden Veränderungen der Erdatmosphäre;</b> <b>von G. G. Hällström</b>	<b>Seite 131</b>
<b>II. Ueber die Festigkeit der Körper; von H. F.</b> <b>Link (Fortsetzung)</b>	<b>151</b>

III. Von der in verschiedenen Theilen der heißen Zone am Spiegel des Meeres Statt findenden Temperatur; von Hrn. Alexander von Humboldt	165
IV. Ueber die gegenwärtige Lage des magnetischen Aequators nach Hrn. Duperrey	175
V. Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen; von J. J. Berzelius (Beschluss)	177
VI. Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoffe und den Metallen; von Heinrich Rose (Fortsetzung)	191
II. Ueber das Gas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird	192
VII. Ueber die Krystallisation des Kupfervitriols, nebst allgemeinen Betrachtungen über das ein- und eingliedrige oder tetartoprismatische System; von A. T. Kupffer, Professor in Kasan (Beschluss)	215
Nachschrift des Hrn. Prof. Weiss	229
VIII. Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath-Grammit's und Beschreibung des Oligoklases, einer neuen Spezies desselben; von August Breithaupt (Beschluss)	
7. Orthoklas	231
8. Oligoklas	238
9. Labrador	239
10. Ueber die Mischung einiger Feldspathe	241
IX. Beiträge zur mineralogischen Optik; vom Prof. Marx in Braunschweig.	

1. Untersuchung eines einaxigen Glimmers aus Nordamerika	243
2. Ueber eine neue optische Eigenschaft des Dichroits	248
3. Ueber eine optische Merkwürdigkeit der Arragonitkrystalle	249
4. Ueber ein Versehen Biot's bei Bestimmung der Intensität der polarisirenden Kräfte	251
<b>X. Ueber das Verhalten der organischen Körper in höheren Temperaturen; von Otto Unverdorben zu Dahme</b>	<b>253</b>
1. Von den Destillaten aus thierischen Körpern	254
1. Von den Eigenschaften des Odorins	259
2. Von den Eigenschaften des Fuscins	262
3. Von den Eigenschaften der Brandsäure	263
4. Von den bei der Destillation erzeugten Harzen	265
<b>XI. Notizen.</b>	
1. Ueber Jodoxyd und jodige Säure	266
2. Ueber eine neue Methode zur Bereitung des Kohlenoxydgases	266

### D r i t t e s   S t ü c k .

<b>I. Ueber die Schwefelsalze; von J. J. Berzelius (Fortsetzung)</b>	
V. Wolframschwefelsalze	Seite 267
<b>II. Ueber die Festigkeit der Körper; von H. F. Link (Beschluss)</b>	<b>283</b>
<b>III. Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäßigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre; von G. G. Hällström (Fortsetzung)</b>	<b>299</b>

IV.	Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser; von Hrn. Balard (Fortsetzung)	
V.	Von der Bromwasserstoffsäure	319
VI.	Von den bromwasserstoffsäuren Salzen und den Brommetallen	325
VII.	Von der Wirkung des Broms auf die Metall- oxyde	333
V.	Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom ei- ner gewöhnlichen Elektrisirmaschine und der at- mosphärischen Elektrizität; vom Hrn. Dr. Col- ladon	336
	Galvanometer des Hrn. Nobili	338
VI.	Anszug aus einer Abhandlung über die Magne- tisirung; von Hrn. Savary	352
	Hrn. Becquerel's Versuche über die Elektricitäts- leitung	356
	Hrn. Becquerel's Versuche zum Beweise, daß alle Körper des Magnetismus fähig seyen	367
VIII.	Ueber die durch Schwingungen, Rotation und Ablenkung versichtbarte Gegenwirkung zwischen der Magnetnadel und andern metallischen oder nicht metallischen Substanzen; von G. F. Pohl	369
VIII.	Ueber das Verhalten der organischen Körper in höheren Temperaturen; von Otto Unver- dorben zu Dahm (Fortsetzung)	
	II. Von den Destillaten aus Pflanzenstoffen; aus: 1) Indigo S. 377. 2) Kleber S. 399. 3) Ta- bak S. 399. 4) Guajak S. 401. 5) Kolophon S. 405. 6) Benzoëharz S. 407. 7) Bernstein S. 407. 8) stin- kenden Schleimharzen S. 409.	

## Viertes Stück.

### I. Ueber die Schwefelsalze; von J. J. Berzelius (Beschluss)

VI. Tellurschwefelsalze	Seite 411
VII. Ueber das Verhalten einiger anderen Körper zum Schwefel hinsichtlich der Bildung von Schwefelsalzen	420

### II. Ueber eine neue Klasse von Krystallformen; von E. Mitscherlich

427

### III. Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäßigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre; von G. G. Hällström (Beschluss)

443

### IV. Ueber Töne bloß durch schnell aufeinander folgende Stöße, ohne einen klingenden Körper; von E. F. F. Chladni

453

### V. Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser; von Hrn. Balard (Beschluss)

VIII. Von der Bromsäure und ihren Verbindungen	461
IX. Von der Verbindung des Broms mit Chlor und Jod	466
X. Von der Wirkung des Broms auf Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff	467
XI. Von der Wirkung des Broms auf organische Substanzen	470
XII. Von der Naturgeschichte des Broms	472

### VI. Vorkommen des Broms im Wasser des todtten Meeres; von S. F. Hermstaedt

475

### VII. Ueber das Verhalten der organischen Körper in

höheren Temperaturen; von Otto Unverdorben (Beschluss)

III. Von den ätherischen Oelen 477

1. Aetherisches Thieröl S. 477. — 2. Aetherische Oele des Guajaks S. 480. — 3. Aetherische Pflanzenöle S. 487.

VIII. Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege; vom Hrn. Prof. Fischer in Breslau 488

IX. Mineralogische Untersuchung des russischen Platinsandes; von August Breithaupt 500

X. Untersuchung der russischen Platina; von G. Osann 505

XI. Notiz über eine merkwürdige Varietät des Boracit's; von Wilhelm Haidinger 511

XII. Ueber das wolframsaure Blei; von Hrn. Al. Lévy 513

XIII. Nachträgliche Notizen über die durch Bewegung entstehenden magnetischen Erscheinungen 517

XIV. Ueber die Veränderung der doppelten Strahlenbrechung durch die Wärme 519

XV. Notiz über den tiefen Barometerstand am 14ten Januar 1827 520

XVI. Ueber den Einfluss der durch Metallcontact erregten Elektricität auf die Ablagerung von kohlensaurem Kalke in Bleiröhren 523

XVII. Ein Fall der weiten Verbreitung des Schalls 525

---

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, NEUNTES STÜCK.

---

## I.

*Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen;*

von

J. J. BERZELIUS.

(Fortsetzung.)

---

Ueber die Art, die relativen Gewichte der einfachen Atome zu bestimmen und mit einander vergleichbar zu machen.

Eine der einfachsten Methoden, die relativen Gewichte der Atome zu bestimmen, ist die, daß man mit gehöriger Genauigkeit die Körper in Gasform wägt und das specifische Gewicht derselben mit einander vergleicht. Allein abgesehen davon, daß diese Methode sich nur bei sehr wenigen Körpern ausführen läßt, erfordern auch solche Versuche, wenn das Resultat genau werden soll, einen hohen Grad von Geschicklichkeit und unausgesetzte Aufmerksamkeit auf eine Menge von Schwierigkeiten, die man zu besiegen hat. Von solcher Art ist die Schwierigkeit, eine Gasart absolut rein, ohne Einnengung von Luft, Wassergas und andern Gasarten zu erhalten, die Schwierigkeit, das zu wägende Gas genau von gleicher Ela-

sicherheit mit der der Luft während der Wägung zu bekommen, u. s. w. Das Atomengewicht des Sauerstoffs, Stickstoffs und Wasserstoffs haben auf diese Weise so ziemlich genau bestimmt werden können, weil diese Gase keine Einwirkung ausüben auf die metallnen Hähne des Gefäßes und auf das Fett, womit diese, um dicht zu halten, überzogen sind. Das Atomengewicht des Kohlenstoffs hat auf gleiche Art aus der Wägung des Kohlenäuregases, das ein dem seinigen gleiches Volumen Sauerstoffgas enthält, abgeleitet werden können, da alles, was jenes mehr wiegt als dieses, Kohlenstoff ist. Solche Gase hingegen, die mit Leichtigkeit die Hähne angreifen oder von dem Fette auf ihnen abforbirt oder sonst leicht verändert werden, wie z. B. Chlor, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas, so wie auch die sauren Gase im Allgemeinen können auf diese Weise wohl approximativ gewogen werden, aber das Resultat dieser Wägung kann den hohen Grad von Genauigkeit nicht erreichen, welche in der Gewichtsbestimmung bei den Körpern in fester oder zuweilen in flüssiger Gestalt durch gut gewählte synthetische oder analytische Methoden erreicht werden kann.

Die gewöhnlichste Weise, die Atomengewichte der Körper zu erhalten, besteht darin, die Verbindungen derselben mit Sauerstoff mit möglichster Genauigkeit zu analysiren, sobald man, durch das, was ich vorhin angeführt habe, die relative Anzahl der Atome in der Verbindung kennt. Wenn sie z. B. aus 3 Atomen Sauerstoff und einem Atome des Radikals besteht, so verhält sich das Gewicht von einem Atome Sauerstoff zu einem Atome des Radikals, wie  $\frac{1}{3}$  der ge-



gefundenen Sauerstoffmenge zu der ganzen gefundenen Menge des Radikals, oder bloß zu der Hälfte derselben, wenn das Atom des Oxydes aus 3 Atomen Sauerstoff und 2 Atomen Radikal besteht.

Um die gefundenen Atomengewichte mit einander vergleichbar zu machen, nimmt man das Gewicht eines unter ihnen zur Einheit an, mit welchem man alsdann die anderen vergleicht und sie alle damit proportional macht, ganz so, wie wir das specifische Gewicht der Körper mit dem zur Einheit angenommenen Gewicht des Wassers vergleichen.

Bei der Wahl des Körpers, welcher die Einheit vorstellt, haben die Chemiker sich zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff getheilt.

Dalton, welcher zuerst einen solchen Vergleich versuchte, wählte dazu den *Wasserstoff*, darum, weil dessen Atomengewicht das kleinste von allen ist. Dalton's Beispiel ist hernach von einer Menge von Chemikern befolgt worden und hat eine Art von Bürgerrecht erhalten, durch die Beobachtung von Prout, daß die Atomengewichte der Körper, wie sie durch directe Versuche gefunden werden, den geraden Multiplen des Atomengewichts vom Wasserstoff so nahe kommen, daß die Abweichung möglicherweise nur den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden kann. Bei dieser Berechnung nahm Prout das Atomengewicht des Wasserstoffs gleich an mit zwei Volumen Wasserstoffgas, und wenn diese Beobachtung richtig wäre, so müßten die Atomengewichte aller Körper ohne Rest dividirbar seyn durch die Summe, welche das Gewicht von zwei Atomen Wasserstoff ausdrückt, oder das specifische Gewicht aller Gase müßte ohne Rest di-

vidirbar seyn durch das doppelte specifische Gewicht des Wasserstoffgases. Versuchen wir es unter der letzteren Form; so finden wir, daß, wenn das specifische Gewicht des Wasserstoffgases 0,0688, also das Doppelte desselben 0,1376 ist, dasselbe das Gewicht des Stickgases = 0,976 mit 7,09, das des Kohlenäuregases = 1,524 mit 11,075, das des Sauerstoffgases mit 8,014, und das des Chlors = 2,4252 mit 17,62 dividirt. Wenn man auch bei den drei ersten die Abweichung für Beobachtungsfehler halten könnte, so ist sie doch beim Chlor zu groß, als daß man sie für einen Fehler in der Beobachtung halten könnte, selbst wenn man annähme, daß dergleichen sowohl bei der Wägung des Chlors, als auch bei der des Wasserstoffs begangen seyn sollten. Durch Vergleichung mit dem Gewicht des Wasserstoffs zu gleichen Volumen wird überdies dem Fehler auch nicht abgeholfen. Auf jeden Fall verdient dieser Gegenstand so ausführlich untersucht zu werden, daß man, falls Prout's Bemerkung ohne Grund ist, sie als vollkommen widerlegt zu betrachten hat, oder, falls sie richtig, daß man sie als zuverlässig annehmen kann. Statt dessen haben mehrere Chemiker auf den Anschein der Sache dieselbe für gegeben betrachtet und danach Tabellen errichtet. Diese Frage zu entscheiden ist schwer. Der geringste Fehler in dem Atomengewicht des Wasserstoffs wird bei der Berechnung so oft multiplicirt, daß die Uebereinstimmung mit den geraden Multiplen eben so leicht wie die Abweichung von ihnen, eine Folge der Beobachtungsfehler seyn kann. Bei einigen Körpern liegt sogar das ganze Atomengewicht des Wasserstoffs nicht völlig außerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Ist Prout's

Vermuthung gegründet, so kann das Atomengewicht des Wasserstoffs nur genau auf die Art erhalten werden, daß man die Atomengewichte der übrigen Körper mit den vorausgesetzten Multiplen dividirt und von den verschiedenen solchergestalt erhaltenen Resultaten die Mittelzahl nimmt. Jedoch hat ein solches Multiplum-Verhältniß zwischen dem Atomengewicht des Wasserstoffs und dem der übrigen Körper keinen Grund von der Art, daß es theoretisch vorausgesetzt werden könnte, sondern dessen Wirklichkeit, falls sie Statt findet, muß für die Atome eines jeden Körpers factisch nachgewiesen werden. Ein solcher Versuch ist von Thomson gemacht worden, aber auf eine Weise, welche die Frage eben so unentschieden gelassen hat. Sein Verfahren bestand darin, daß er die von Andern bestimmten Atomengewichte auf das nächste gerade Multiplum des doppelten Atomengewichts vom Wasserstoff reducirte, und danach bestimmte er alsdann die Gewichte der zusammengesetzten Atome. Um nun zu beweisen, daß die von ihm auf diese Art gefundenen Zahlen die einzig richtigen seyen, hat er sie einer Probe unterworfen, die, wenn sie einschlägt, in vielen Fällen entscheidend ist, der nämlich, daß von solchen Salzen; die sich gegenseitig zersetzen, wie z. B. von schwefelsaurem Kali und Chlorbaryum, diejenigen Quantitäten; welche hernach als Atomengewichte angenommen werden, einander genau ausfällen; er führt dabei an, daß die Fällung stets so vollständig eintraf, wie es die Berechnung voraussetzte. — Ich habe gerade das angeführte Beispiel auf das aller sorgfältigste mit reinen Materialien und mit äußerster Genauigkeit abgewogenen Quantitäten

wiederholt und gefunden, daß  $\frac{2}{4}$  pr. Ct. vom Chlorbaryum unausgefällt blieben \*). Thomson's Arbeit in diesem Felde ist also zum wenigsten unzuverlässig.

Die andere Methode zur Vergleichung der Atomengewichte besteht darin, das Atomengewicht des *Sauerstoffs* zur Einheit anzunehmen. Ich gebe dieser vor der ersteren den Vorzug, aus dem Grunde, weil die meisten Körper, mit denen die Chemie sich beschäftigt, Oxyde oder Verbindungen von Oxyden sind, und es also eine große Erleichterung bei allen Berechnungen ist, nur 100, 200, 300 u. s. w. dem Atome des Radikals hinzuzulegen zu brauchen, um die Gewichte der Oxyde zu erhalten. Denen, welche das Atom des Wasserstoffs zur Einheit annehmen, entgeht diese Erleichterung; sie nehmen das Atomengewicht des Sauerstoffs zu 8 oder 16 an, je nachdem sie das Gewicht des Sauerstoffs mit 2 oder mit einem Atom Wasserstoff vergleichen. Man muß dann beständig diese Zahl mit 2, 3 oder 5 multipliciren, um das Gewicht der Sauerstoffatome zu erhalten, die zu dem Atomengewicht des Radikals addirt werden sollen. In Rücksicht auf Leichtigkeit und Einfachheit in der Berechnung hat also der Sauerstoff als Einheit große Vorzüge und wird sie auch behalten, selbst wenn das zuvor angeführte Multiplum-Verhältniß des Wasserstoff-Atomengewichts sich bestätigen sollte.

Ich nehme das Atomengewicht des Sauerstoffs zu

\*) Dieser Versuch ist mehrmals mit denselben Resultaten wiederholt worden, und zwar mit Salzen, die jedes Mal besonders aus reinen Materialien bereitet wurden, damit kein unbeachteter zufälliger Umstand dazu beitragen konnte.

100 an. Man hat dagegen eingewandt, daß hiedurch die Zahlen zu groß würden. Aber diesem Einwand fehlt aller gültiger Grund, denn eine gewisse GröÙe wird bei jedem Decimalbruch erfordert, damit er so nahe wie möglich die volle Genauigkeit erhält. Derjenige, welcher keine große Genauigkeit braucht, kann nach üblicher Weise die Zahl abkürzen, indem er so viel abnimmt, daß nur die beiden ersten Ziffern übrig bleiben; derjenige aber, welcher eine große Genauigkeit gebraucht, kann sich nicht mit einer so kurzen Zahl behelfen. Die englischen Schriftsteller sehen sehr darauf, daß die Zahlen kurz und leicht sind, damit man sie im Gedächtniß behalten könne; sie machen sich deshalb kein Gewissen daraus, ein gesundes Resultat bis zum nächsten Multiplum des doppelten Wasserstoffatoms zu verkleinern oder zu vergrößern.

Es scheint mir aber nicht Recht zu seyn, die Zahlen zur Erleichterung des Gedächtnisses abzukürzen, wenn es auf Kosten der Genauigkeit geschieht, weil sich gewiß höchst selten jemand in dem Falle befindet, daß er sich bei einer chemischen Berechnung nur auf sein Gedächtniß zu verlassen braucht, und bei einer genauen Berechnung muß man es niemals thun.

Ueber die Art, durch Formeln die Zusammensetzung der Körper auszudrücken, sowohl hinsichtlich ihrer Elemente, als auch hinsichtlich der Anzahl ihrer Atome.

In dem Vorhergehenden haben wir gesehen, wie die Symbole der Radikale und des Sauerstoffs die Vorstellungen von den verschiedenen Oxydationsreihen erleichtern. Wenn man einem jeden Körper ein be-

sonderes Zeichen giebt, welches das relative Gewicht seiner Atome darstellt, so kann man davon einen allgemeineren Gebrauch machen. Zu diesen Zeichen wählen wir den Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Körper. Wenn die Namen mehrerer Körper mit demselben Buchstaben anfangen, so setze man den ersten Buchstaben hinzu, welchen sie nicht gemeinschaftlich besitzen. So z. B. bedeutet C = Kohlenstoff, Cl = Chlor, Cr = Chrom, Cu = Kupfer, Co = Kobalt. Bei den Metalloiden setzt man keinen Buchstaben hinzu, auch dann nicht, wenn ihre Namen mit demselben Buchstaben anfangen, wie die einiger Metalle. Chlor und Kiesel (Silicium) machen indess eine Ausnahme davon, weil deren Namen mit denselben Buchstaben anfangen, wie Kohle und Schwefel.

Die Anzahl der Atome wird durch Ziffern bezeichnet. Eine Ziffer zur Linken multiplicirt alle Atome, welche derselben, bis zum nächsten + Zeichen oder bis zu Ende der Formel, zur Rechten steht. Eine kleine Zahl zur Rechten oben gestellt, wie ein algebraischer Exponent, multiplicirt nur die Atomengewichte zur Linken, wenn welche dahingestellt sind. Z. B.  $\text{S}^2\text{O}^5$  bedeutet *ein* Atom Unterschwefelsäure, aber  $2\text{S}^2\text{O}^5$  bedeutet *zwei* Atome von derselben Säure.

In allen solchen Fällen, wo 2 Atome des Radikals sich mit 1, 3, oder 5 Atomen Sauerstoff verbinden, wie z. B. der Schwefel, wird die Deutlichkeit der Formel sehr vermehrt, wenn man ein besonderes Zeichen für Doppelatome hat. Das natürlichste Zeichen wäre gewiss, die Anfangsbuchstaben zu verdoppeln, aber auf eine solche Weise, daß sie zusammenhängend bleiben und nicht *zwei*, sondern ein Zeichen

ausmachen. Um diese Formeln im Schreiben zu bezeichnen, habe ich es jedoch weit leichter zu bewerkstelligen und eben so deutlich gefunden, durch den Anfangsbuchstaben, wenn er zwei Atome bezeichnen soll, im untern Drittel desselben einen geraden Strich zu ziehen, so daß z. B. P ein einfaches und  $\underline{P}$  ein doppeltes Atom Phosphor bedeutet, As ein einfaches und  $\underline{As}$  ein doppeltes Atom Arsenik.

Wenn man zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung ausdrücken will, kann es auf folgende Art geschehen:  $CuO + SO^3$  bedeutet schwefelsaures Kupferoxyd, und  $FeO^3 + 3SO^3$  bedeutet schwefelsaures Eisenoxyd. Wenn man aber die Zusammensetzung eines Doppelsalzes, d. h. eines zusammengesetzten Atomes zweiter Ordnung, ausdrücken will, wird die Formel auf diese Weise lang und undeutlich, und da diese Atome zweiter Ordnung gewöhnlich nichts anderes sind, als Sauerstoffsalze oder Schwefelsalze, so kann man mit Leichtigkeit, oberhalb der Radikale, die Anzahl der Sauerstoffatome mit Punkten, und die der Schwefelatome mit Kommaten bezeichnen, wenn man glaubt, daß diese letztere bei einigen Fällen Bequemlichkeit hat. Man bezeichne z. B. schwefelsaures Kupferoxyd mit  $Cu\ddot{S}$ , schwefelsaures Eisenoxyd mit  $Fe\ddot{S}^3$ , Alaun mit  $K\ddot{S}^3 + \underline{Al}\ddot{S}^3 + 24H$ . Indess pflege ich gewöhnlich das Wasseratom mit Aq zu bezeichnen. Auf dieselbe Art kann z. B.  $\acute{K}$  Schwefelkalium bedeuten, und z. B.  $\acute{K}\ddot{\ddot{M}}o$  bedeuten molybdängeschwefeltes Schwefelkalium. Ich pflege gewöhnlich diese Formeln mit dem elektropositiven Bestand-

theile anzufangen und mit dem elektronegativen zu schließen. Diese Schwefelverbindungen kommen indess bis jetzt so selten vor, daß die Abkürzung ihrer Formeln zu keiner bedeutenden Erleichterung führen kann.

Folgendes sind die Symbole, welche die einzelnen einfachen Körper bezeichnen:

O	<i>Sauerstoff</i>	Hg	<i>Quecksilber</i>
H	<i>Wasserstoff</i>	Ag	<i>Silber</i>
N	<i>Stickstoff</i> (Nitrogenium)	Cu	<i>Kupfer</i>
S	<i>Schwefel</i>	U	<i>Uran</i>
P	<i>Phosphor</i>	Bi	<i>Wismuth</i>
Cl	<i>Chlor</i>	Sn	<i>Zinn</i>
J	<i>Jod</i>	Pb	<i>Blei</i>
F	<i>Fluor</i>	Cd	<i>Cadmium</i>
C	<i>Kohle</i>	Zn	<i>Zink</i>
B	<i>Bor</i>	Co	<i>Kobalt</i>
Si	<i>Kiesel</i>	Ni	<i>Nickel</i>
Se	<i>Selen</i>	Fe	<i>Eisen</i>
As	<i>Arsenik</i>	Mn	<i>Mangan</i>
Cr	<i>Chrom</i>	Al	<i>Aluminium</i>
Mo	<i>Molybdän</i>	Zr	<i>Zirkonium</i>
W	<i>Wolfram</i>	Y	<i>Yttrium</i>
Sb	<i>Antimon</i> (Stibium)	Be	<i>Beryllium</i>
Te	<i>Tellur</i>	Mg	<i>Magnesium</i>
Ta	<i>Tantal</i>	Ca	<i>Calcium</i>
Ti	<i>Titan</i>	Sr	<i>Strontium</i>
Os	<i>Osmium</i>	Ba	<i>Baryum</i>
Au	<i>Gold</i>	L	<i>Lithium</i>
Ir	<i>Rhodium</i>	Na	<i>Natrium</i>
Pt	<i>Platin</i>	K	<i>Kalium</i>
Pd	<i>Palladium</i>		

Diese Anfangsbuchstaben sind aus der lateinischen Nomenklatur genommen, weil sie den Naturforschern



aller Länder angehört, von ihnen allen gebraucht werden kann, ohne daß es nöthig ist, jene nach der jedesmaligen Sprache zu ändern. Daß dieß ein wesentlicher Vorthail ist, kann wohl nicht bestritten werden, auch haben die Meisten, die sich derselben bedient haben, dieß eingesehen. Ein französischer Schriftsteller \*) hat die National-Eitelkeit gehabt, sie mit den Anfangsbuchstaben in der französischen Sprache zu vertauschen. Wenn dieses von den englischen, deutschen, italienischen u. s. w. Schriftstellern nachgeahmt wird, so geht, ohne den geringsten Vorthail, viel von der Bestimmtheit und Faßlichkeit dieser Formeln verloren; man darf indeß von den klaren Ansichten der Mehrzahl der wahren Naturforscher erwarten, daß sie diesen Nutzen nicht einer so kindischen Eitelkeit opfern. Die Wissenschaft, wie sich Humphry Davy \*\*) so vortrefflich ausdrückt, gehört der Welt, sie ist nicht das besondere Eigenthum *eines Landes oder eines Zeitalters* \*\*\*).

\*) Beudant, Essai d'un cours élémentaire et général des sciences physiques. Minéralogie

\*\*) In seiner Rede als Präsident der K. Gesellschaft zu London bei Ueberreichung der Copleyschen Medaille für Hrn. Arago, für die Entdeckung des magnetischen Zustandes des rotirenden Kupfers: „Science, like that Nature to which it belongs, is neither limited by time nor space, it belongs to the world and is of no country and of no age“.

\*\*\*) Es sey mir hier erlaubt, einige Einwürfe zu beantworten, die man gegen den Gebrauch dieser Formeln zur Bezeichnung der atomistischen Zusammensetzung der Körper gemacht hat. Man hat gesagt, sie seyen undeutlich, irreleitend und zwecklos. Undeutlich sind sie gewiß nur so lange, als man ihre Be-

Ueber das Gewicht der Atome der einfachen Körper.

Die Versuche, durch welche die Gewichte der Atome der einfachen Körper bestimmt sind und welche ich hier anführen werde, sind zum großen Theil

deutung noch nicht kennt; hernach kann nichts leichter seyn, als sie zu verstehen. Irreleitend können sie dagegen niemals seyn, sie liefern einen einfachen Ausdruck, wie, nach der Vorstellung der Person, welche die Formel aufgesetzt hat, die Verbindung zusammengesetzt ist. Wenn diese Vorstellung unrichtig und irreleitend ist, so wird sie es seyn, auf welche Weise man sie auch ausdrückt; die Formel hat daran keinen Antheil. Man hat auch gesagt, sie machen auf die Mathematiker einen unangenehmen Eindruck, da die in der Algebra unter dem Namen des Exponenten bekannte Zahl oben zur Rechten, einen höheren Werth hat als hier, und daß die Mathematik vor allem ihr Recht haben müsse; ein solcher Einwurf aber verdient keine Berücksichtigung. Der Buchstabe *P* in der griechischen Sprache wird als *R* in der russischen gelesen, und eben so leicht, als man sich bei Lesung eines Buches hinsichtlich der Sprache irren kann, eben so leicht kann man sich hinsichtlich der Wissenschaft irren. Was aber den Einwurf der Zwecklosigkeit betrifft, so will ich hier dem Leser durch das folgende Beispiel einen Begriff geben, wie viel diese Formeln ausdrücken und wie anschaulich der Ausdruck ist:

$\overset{\cdot\cdot}{\text{K}}\overset{\cdot\cdot}{\text{S}} + \overset{\cdot\cdot}{\text{Al}}\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}^3 + 24\text{H}$  ist, wie wir vorhin gesehen haben, die Formel, welche die Zusammensetzung des Alauns ausdrückt. Sie zeigt, daß in diesem ein Atom Kalium vereinigt ist mit 2 Atomen (einem Doppelatom) Aluminium, mit 4 Atomen Schwefel, mit 48 Atomen Wasserstoff und mit 40 Atomen Sauerstoff; daß ein Atom Kali vereinigt ist mit einem Atome Thonerde, mit 4 Atomen Schwefelsäure und mit 24 Atomen Wasser, oder daß ein Atom schwefelsaures Kali vereinigt ist mit einem Atome schwefelsaurer Thonerde und beide Salze neutral sind, „d. h. in dem Sättigungsgrade, wo die Säure das

absichtlich von mir angestellt, um diese relativen Gewichte auszumitteln. Dafs ich in Fällen, wo Andere dieselben Versuche, wie ich, aber mit verschiedenem Resultate, angestellt haben, den meinigen den Vorzug gebe, wird mir hoffentlich keiner verdenken. Ich weifs *sehr wohl*, welche Sorgfalt ich selbst anwandte, um ein genaues Resultat zu erlangen, aber bei aller Achtung für die Bemühungen Anderer, kann ich doch nicht im gleichen Grade Kenntnifs von diesen haben. Wo die Resultate aus den Versuchen Anderer abgeleitet worden, ist es angegeben.

Dreifache von dem Sauerstoff der Basis enthält; dafs der Sauerstoff der Thonerde das Dreifache von dem des Kalis ist; dafs der Sauerstoff der Schwefelsäure das Zwölffache von dem des Kalis und das Vierfache von dem der Thonerde ist; dafs der Sauerstoff des Wassers das Vierundzwanzigfache von dem im Kali, das Achtfache von dem in der Thonerde und das Doppelte von dem in der Schwefelsäure ist. Zwar kann man sagen, dafs mehrere dieser Angaben unmittelbare Folgerungen von einander sind; das sind sie gewifs für die, welche sie kennen, aber für diese schliesst das Wort Alaun dasselbe ein, wie die ganze Formel, deren man sich gerade zu dem Zwecke bedient, einem Andern mit Leichtigkeit einen Ueberblick von dem, was er bemerken soll, zu verschaffen. — Ueberdies stösst man bei chemischen Untersuchungen auf Verbindungen, denen entweder kein Name zu geben ist, oder die für den Augenblick nur durch eine lange Umschreibung benannt werden können, und die durch die Zusammensetzungsformel mit der vollkommensten Genauigkeit ausgedruckt werden. Ich will beispielsweise nur die vielen höheren Schwefelungsstufen der Schwefelalkalien anführen, für welche eine passende Nomenklatur bis jetzt noch fehlt, die man aber, bis passende Namen gefunden werden, durch die Formeln:  $KS$ ,  $KS^2$ ,  $KS^3$ ; mit grosser Leichtigkeit bezeichnet.

1. *Sauerstoff*. Das Atom desselben wird, wie ich schon angeführt habe, zu 100 angenommen. Da das specifische Gewicht desselben nach den von Dulong und mir gemeinschaftlich angestellten Versuchen 1,1026 ist, und das des Wasserstoffs 0,0688, so ist, wenn man das Atomengewicht des Wasserstoffs als Einheit betrachtet, das Atomengewicht des Sauerstoffs  $= 16,026$ .

2. *Wasserstoff*. Aus dem Vorhergehenden folgt, daß das Atom des Wasserstoffs 6,244 wiegt. Ich muß jedoch hinzufügen, daß diese Bestimmung nicht bloß auf dem Vergleich des specifischen Gewichts der beiden Gase beruht, sondern auch auf einem mit derselben vollkommen übereinstimmenden und hinreichend oft mit dem nämlichen Resultat wiederholten Versuche, Wasser auf die Art zu bilden, daß man ein genau bestimmtes Gewicht von reinem Kupferoxyd in einem Strome von reinem und getrocknetem Wasserstoffgas erhitzte und den Gewichtsverlust des Kupferoxydes, welcher aus fortgegangenem Sauerstoff bestand, mit dem Gewichte des neugebildeten Wassers verglich, das man in einem mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllten und genau gewogenen Gefäße auffing.

3. *Stickstoff*. Nach einer von Dulong und mir gemeinschaftlich angestellten Wägung wurde das specifische Gewicht des Stickstoffgases zu 0,976 gefunden. Vergleicht man dann, durch eine einfache Regula de Tri das specifische Gewicht des Sauerstoffes mit dem des Stickstoffes, so wird das Gewicht eines Atomen Stickstoff  $= 88,518$ . Berechnet man es nach der Analyse des salpetersauren Bleioxydes, welches, nach Verjagung der Säure durch Glühen, 0,6731 Blei-

oxyd zurückläßt, worin 0,048268 Sauerstoff enthalten sind, so bleiben, da die 0,3269 Salpetersäure das 5fache jener Sauerstoffmenge, nämlich 0,24134 enthalten, für das Gewicht des Stickstoffs 0,08556 übrig, zu welchem sich das Gewicht des Sauerstoffs verhält, wie 2 Atome Stickstoff zu 5 Atomen Sauerstoff. Daraus erhält man die Zahl 88,61. Wenn der Wasserstoff zur Einheit angenommen wird, ist das Gewicht des Stickstoffs 14,18.

4. *Schwefel.* Ich habe schon gesagt, wie wir mit Sicherheit wissen, daß die Schwefelsäure aus  $S + 3O$  besteht. Um das relative Gewicht desselben in der Schwefelsäure zu bestimmen, wurden 100 Thl. Blei in einem gewogenen Platintiegel in reiner Salpetersäure aufgelöst, mit Schwefelsäure versetzt, abgeraucht und geglüht. Die Resultate von vier solcher Versuche waren einander bis auf die vierte Ziffer völlig gleich, sie variirten erst in der fünften Ziffer. Nach einer Mittelzahl aus diesen Resultaten betrug das Schwefelsäure Blei 146,44 Thl. Das Blei darin nimmt 7,725 Thl. Sauerstoff auf; die Schwefelsäure enthält das Dreifache dieser Quantität, d. h. 23,175; der Rückstand, 15,54, ist also Schwefel. Wird das Gewicht des Schwefels aus dem Verhältnisse desselben zu  $\frac{1}{3}$  des Sauerstoffgewichts berechnet, so wiegt das Atom des Schwefels 201,165. Ist das Wasserstoffatom die Einheit, so wiegt das des Schwefels 32,216 \*). Aus dem specifischen Ge-

\*) Diejenigen, welche die Atomengewichte der Körper als gerade Multipla von dem Atomengewicht des Wasserstoffs betrachten, nehmen das letztere im Vergleich mit dem des Sauerstoffs zu 6,25 an, und das des Schwefels gerade zum 32fachen von

wichte des Schwefelwasserstoffgases und schwefligsauren Gases kann man das Gewicht des Schwefelatoms nicht mit Sicherheit ableiten, weil diese beide so hoch ausfallen, daß sie das übersteigen, was in dem vorhergehenden Versuche begründeterweise ein Beobachtungsfehler seyn kann. Gay-Lussac und Thénard fanden das specifische Gewicht des Schwefelwasserstoffgases zu 1,2152, welches das Atomengewicht des Schwefels zu 203,9 giebt, und ich fand das specifische Gewicht des schwefligsauren Gases, im Mittel aus 9 Wägungen, die nur unbedeutend in der 4ten Ziffer variirten, zu 2,247, wonach das Atom des Schwefels 207,58 wiegen müßte. Die Ursache dieser Abweichung habe ich nicht entdecken können; zwar vermurthe ich, daß das Atomengewicht des Schwefels ein wenig höher ist, als es hier angegeben worden, allein so groß kann der Unterschied doch nicht seyn.

5. *Phosphor*. Die Gründe, welche mich bestimmen, 2 Atomen Phosphor und 5 Atomen Sauerstoff in der Phosphorsäure anzunehmen, habe ich schon angeführt. Die relativen Gewichte werden auf die Art bestimmt, daß man genau gewogene Mengen vom

dem des Wasserstoffs. Einer meiner Versuche zur Reduction des Bleioxydes mit Wasserstoffgas hatte das Resultat gegeben: 7,74 Thl. Sauerstoff auf 100 Thl. Blei. Dies giebt wieder 200 für das Atomengewicht des Schwefels. Wenn es gegründet ist, daß die Atomengewichte der Körper Multipla sind von denen des Wasserstoffs, so muß das aus diesem Verhältniß berechnete Atomengewicht des Bleies, das zu 1292,96 ausfällt, sich genau durch 6,25 dividiren lassen. Das Atomengewicht des Bleies ergibt sich aber zum 206,4 fachen des Wasserstoffs.

Phosphor durch Digestion mit neutralen Auflösungen von Chlorgold oder von schwefelsaurem Silber, zu Phosphorsäure oxydirt. Aus der Menge dieser reducirten Metalle wird alsdann die Sauerstoffmenge berechnet, welche der Phosphor aus der Lösung aufgenommen hat; sie betrug in 3 Versuchen 126,93, 127,0 und 127,45 auf 100 Thl. Phosphor. Die letzte, durch Reduction von Silber erhaltene, halte ich für die genaueste. Wenn dann das Gewicht des Phosphors als 2 Atome und das des Sauerstoffs als 5 Atome betrachtet wird, so wird das Atomengewicht des Phosphors = 196,15, und ist 31,41 Mal so schwer als das des Wasserstoffes.

6. *Chlor.* Das Atomengewicht des Chlors ist aus folgender Reihe von Versuchen berechnet worden:

1) Hundert Theile wasserfreies chlorsaures Kali geben bei trockner Destillation 39,15 Thl. Sauerstoff und lassen 60,85 Thl. Chlorkalium zurück (Resultat von vier übereinstimmenden Versuchen). 2) Hundert Theile Chlorkalium erzeugen 192,4 Thl. Chlor Silber, und 3) hundert Thl. Silber erzeugen 132,75 Thl. Chlor Silber. Wenn die Chlorsäure aus  $2\text{Cl} + 5\text{O}$  besteht, so folgt aus diesen Datis, das 1 Atom Chlor 221,325 wiegt. Berechnet aus dem von Gay-Lussac genommenen specifischen Gewicht des Chlorgases = 2,4252, wiegt das Chloratom 220. Das Gewicht desselben, wenn das des Wasserstoffatoms zur Einheit angenommen wird, ist 35,43.

7. *Jod.* Das Gewicht des Jods ist durch Gay-Lussac bestimmt. Derselbe fand, daß 100 Thl. Jod sich mit 26,225 Thl. Zink genau zu neutralem Jodzink vereinigen. Dieses besteht nun aus einem Atome

Zink, dessen Gewicht 403,225 ist, und aus 2 Atomen Jod, dessen Gewicht also auf 785,35 zu stehen kommt, oder auf das 125,44 fache des vom Wasserstoffatom.

8. *Fluor*. Wir haben im Lehrbuche das Fluor als einen Salzbilder betrachtet, als solchen müssen wir auch sein Atomengewicht bestimmen. 100 Thl. reines Fluorcalcium gaben in 3 Versuchen 174,9; 175,0 und 175,1 schwefelsauren Kalk. Die Mittelzahl daraus ist 175. Wird danach der Gehalt an Calcium berechnet, so ist das Uebrige Fluor; ob es aber ein oder zwei Atome Fluor sind, ist nicht bekannt, so lange wir nicht wissen, ob die Fluorwasserstoffsäure aus einem Fluor mit *einem* oder *zwei* Atomen Wasserstoff besteht. Man hat Grund, das Fluor in diesem Falle als analog mit Chlor und Jod zu halten; aber als sicher kann man es nicht betrachten. Gips ist  $\text{Ca S}$ ; berechnet man danach den zuvor angeführten Versuch, so findet man, daß 256,03, das Gewicht von einem Atome Calcium, vereinigt gewesen sind mit 233,795 Fluor. Dies ist nun das Gewicht von *einem* oder *zwei* Atomen. Nehmen wir es für *zwei* an, so wiegt ein Atom Fluor 116,9, also 18,735 so viel, als das eines Wasserstoffatoms.

9. *Kohlenstoff*. Ein Volumen Sauerstoffgas wird zu Kohlenensäuregas verwandelt, ohne daß sich sein Volumen ändert. Wenn man das specifische Gewicht der beiden Gase vergleicht, so erhält man folglich die Menge des Kohlenstoffs in der Kohlenensäure. Dulong fand das specifische Gewicht des Kohlenensäuregases zu 1,524. Wenn die Kohlenensäure  $\text{C} + 2\text{O}$  ist, so folgt daraus, daß das Atom Kohlenstoff 76,436 wiegt, oder



12,24 Mal so viel, als das des Wasserstoffs. Ich habe vorher aus der Analyse des kohlenfauren Bleioxydes, verglichen mit Biot und Arago's Angabe vom specifischen Gewicht des Kohlenäuregases, nämlich 1,51961, das Atom der Kohle zu 75,33 berechnet. Bei der Analyse von Pflanzen Säuren, wo dieser Fehler sich mit der Anzahl der Kohlenstoffatome multiplicirt, sieht man aber am besten, daß diese Zahl zu klein ist. Die, welche alle Atomengewichte zu Multiplen von dem des Wasserstoffs machen, setzen es noch mehr herunter, nämlich genau zu 75.

10. *Bor.* Das Gewicht des Atoms vom Bor ist auf folgende Art bestimmt: Es wurde Borax (borfaures Natron) analysirt. Von den 3 Bestandtheilen desselben, Bor Säure, Natron und Wasser, konnte das Wasser mit der größten Genauigkeit bestimmt werden; es gab von diesem in 3 Versuchen ohne Abweichung 47,1 pr. Ct. vom Gewicht des Salzes. Das Wasser hält 10 Mal so viel Sauerstoff als die Base. Der Versuch gab 16,51 pr. Ct. Natron. Corrigirt nach dem Wassergehalt werden es 16,3753, wonach für die Bor Säure 36,5248 übrig bleiben. Nach Humphry Davy's Versuchen, mit denen die meinigen übereinstimmen, enthält die Bor Säure 68 pr. Ct. Sauerstoff. Dieses macht das 6 fache des vom Natron, wird aber, corrigirt nach dem Sauerstoff des gefundenen Natrongehalts, 68,81 pr. Ct. Es fragt sich nun noch, ob die Säure 6 Atome Sauerstoff enthält? Wir haben gesehen, daß in allen anderen Säuren, wo man eine Richtschnur zur Beurtheilung hat, höchstens 3 Atome Sauerstoff auf ein Atom des Radikals gehen. Sollte wohl die Bor Säure, ohne irgend ein Zwischenglied, sogleich eine größere

Anzahl von Sauerstoffatomen aufnehmen, als irgend ein anderer Körper? In den Verbindungen, die der Fluorbor mit Fluorkalium und andern Fluoruren giebt, enthält der Fluorbor drei Mal so viel Fluor, als das Fluorkalium. Dies spricht für 3 Atome. Aber unter den borfauren Salzen kann man nur bloß ein basisches Kalisalz hervorbringen, worin der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der Basis ist. In der natürlichen borfauren Talkerde ist der Sauerstoff in der Säure das Vierfache von der in der Base, und in den Salzen mit Ueberschuß an Säure das Zwölffache. In den Salzen, welche vorzugsweise gebildet werden, und welche ganz das Ansehen haben, als seyen sie die neutralen Verbindungen der Säure, wie im Borax, enthält die Säure 6 Mal so viel Sauerstoff als die Base. Bis Weiteres, d. h. bis etwas Richtigeres bewiesen werden kann, nehme ich an, daß die Borfsäure 3 Atome Sauerstoff enthält, daß aber ein Atom Borfsäure, gleichwie eins der oxydirten Chlorfsäure, aus 2 Atomen Bor und 6 Atomen Sauerstoff besteht. Enthält die Borfsäure 3 Atome Sauerstoff, so wiegt ein Atom Bor 135,98 und ist 21,7 Mal so schwer, als eins vom Wasserstoff.

11. *Kiesel.* Durch directe Versuche, den Kiesel in Säure zu verwandeln, habe ich gefunden, daß diese Säure 51,23 bis 51,92 pr. Ct. Sauerstoff enthält. Durch Berechnung aus der Analyse des Kieselfluorbaryums fällt der Sauerstoffgehalt in der Kieselsäure zu 51,975 pr. Ct. aus. Die Frage ist nun, zu bestimmen, wie viel Sauerstoffatome diese ausmachen. Die Kieselsäure verbindet sich mit den Basen in solchen Verhältnissen, daß sie 1, 2, 3 oder 6 Mal so viel Sauerstoff enthält, als

die Base. Das gewöhnlichste Verhältniß ist *drei*, und die auf dem Erdballe am häufigsten vorkommende von allen Verbindungen, ein Doppelsalz von kiesel-saurem Kali und kiesel-saurer Thonerde, der Feldspath, ist so zusammengesetzt, daß, wenn der Kiesel gegen Schwefel ausgetauscht wird, Alaun entsteht. Dies giebt allen Grund zur Annahme, daß die Kiesel-säure, wie die Schwefel-säure, 3 Atome Sauerstoff enthält. Der Fluorkiesel verbindet sich wohl mit anderen Fluoruren in einem solchen Verhältnisse, daß der erstere nur 2 Mal so viel Fluor enthält, als die letzteren; aber daraus kann man nicht schließen, daß die Kiesel-säure nur 2 Atome Sauerstoff enthält. Denn eine so zusammengesetzte Säure kann sich nicht mit einer Basis, die 3 At. Sauerstoff enthält, in einem solchen Verhältnisse verbinden, daß der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 1 zu 3 ist, weil das einfachste Verhältniß von Atomen, was hiezu erfordert würde, wäre: 2 Atome Basis und 9 Atome Säure, ein Verhältniß, wovon es ganz an Beispielen fehlt. Wollte man dagegen bloß ein Atom Sauerstoff in der Kiesel-säure annehmen, so könnte man nicht die höheren Sauerstoffmultipla mit 6 und 3 in diesen Salzen erwarten. Es ist folglich am wahrscheinlichsten, daß die Kiesel-säure, wie die Schwefel-säure, aus  $\text{Si} + 3\text{O}$  besteht, und daß das Atom des Kiesels wiegt 277,8, oder 44,49 so viel, als das des Wasserstoffs.

12. *Selen*. 100 Thl. Selen, die völlig mit Chlor gesättigt werden, gewinnen dabei 179 Thl. im Gewicht an absorbirtem Chlor. Die so erhaltene Masse wird durch Wasser genau in Selen-säure und Chlorwasser-stoff-säure zerlegt. Hundert Thl. Selen-säure enthalten

folglich 40,456 pr. Ct. Sauerstoff. Diese Säure giebt neutrale Salze, in denen die Säure 2 Mal so viel Sauerstoff enthält, als die Basis, und saure Salze, in denen sie 4 Mal so viel Sauerstoff enthält als die Basis. Sie muß folglich 2 Atome Sauerstoff enthalten und die 179 Thl. Chlor, welche von 100 Thl. Selen aufgenommen werden, machen folglich 4 At. Chlor aus gegen 1 At. Selen. Darans folgt, daß das Atomengewicht des Selens ist 494,59, oder daß es 79,6 so schwer ist, als das des Wasserstoffs.

13. *Arsenik*. Das Atomengewicht des Arseniks ist durch folgenden Versuch bestimmt: 2,203 Grm. arsenige Säure wurden durch Destillation mit Schwefel zerlegt in einem kleinen Apparate, aus dem nur schwefligsaures Gas und kein Schwefeldampf fortgehen konnte; es verlor 1,069 Grm. an fortgegangener schwefliger Säure. Dieses giebt auf 100 Thl. arseniger Säure 24,18 Thl. Sauerstoff; wenn aber dies 3 Atome Sauerstoff sind und die 75,82 pr. Ct. Arsenik 2 Atome, so wiegt ein Atom Arsenik 470,385, oder 75,345 so viel als ein Atom Wasserstoff.

14. *Chrom*. Das Atomengewicht des Chroms ist nach folgendem Versuch berechnet. 100 Thl. wasserfreies salpeterfaures Bleioxyd wurden mit neutralem chromsauren Kali gefällt und gaben 98,772 Thl. chromsaures Blei. Darin sind enthalten 67,51 pr. Ct. Bleioxyd und folglich 31,462 Thl. Chromsäure. In dem Oxyde werden 4,8268 pr. Ct. Sauerstoff gefunden, die in der Chromsäure mit 3 multiplicirt sind, = 14,4804; werden diese vom Gewichte der Säure abgezogen, so bleibt für das des Chroms 16,9816. Wenn aber dies 3 Atome Sauerstoff gegen ein Atom Chrom sind, so

wiegt das Chromatom 551,86, oder 56,25 Mal so viel, als das Wasserstoffatom.

15. *Molybdän*. Die Reihe der Verbindungen des Molybdäns mit Schwefel giebt die Multipla 2, 3 und 4, und die mit Sauerstoff die von 1, 2 und 3, wobei die Multipla 2 und 3 einander correspondiren. Sowohl die Molybdänsäure als der Molybdänschwefel (das Salze bildende Schwefelmolybdän) sättigen eine Quantität Basis, deren Sauerstoff oder Schwefel  $\frac{1}{3}$  ist von dem in der Säure oder dem Molybdänschwefel. Dies giebt also vollen Grund anzunehmen, daß darin 3 Atome gegen ein Atom Molybdän enthalten sind. 100 Thl. wasserfreies salpeterlaures Bleioxyd, gefällt mit neutralem molybdänsauren Ammoniak (d. h. mit solchem, das aus einer an Ammoniak reichen Flüssigkeit angeschossen war) gaben 110,68 Thl. molybdänsaures Bleioxyd. Dieses enthält nun 67,51 Thl. Bleioxyd, dessen Sauerstoff 4,2268 zu 3 Malen in der Molybdänsäure gefunden wird. Die 43,37 Thl. Molybdänsäure, welche das Bleioxyd mit sich gefällt hat, bestehen folglich aus 14,48 Sauerstoff und 28,89 Molybdän. Wenn aber diese Quantität 3 Atome Sauerstoff sind gegen 1 Atom Molybdän, so wiegt das letztere 598,56, oder 95,77 so viel als das des Wasserstoffs.

16. *Wolfram*. Die Verbindungen dieses Metalles mit Schwefel und Sauerstoff geben die Multipla von 2 und 3, und die Sättigungscapacität der Wolframsäure und des Wolframschwefels ist ein Drittel von dem Gehalt dieser Verbindungen an Sauerstoff oder Schwefel. Man kann folglich mit Recht annehmen, daß die Säure 3 Atome Sauerstoff enthält. Das Atomengewicht ist durch folgenden Versuch bestimmt: 899 Thl. Wolframsäure, in einem gewogenen Apparate mit Wasserstoffgas reducirt, hinterließen 716 Thl. Metall. Von diesen wurden 676 Thl. wieder zu Säure verbrannt, und diese wog 846 Thl. Die Mittelzahl aus diesen beiden Versuchen giebt auf 100 Thl. Wolfram: 25,555 Thl. Sauerstoff. Wenn dies drei Atome sind, so wiegt ein Atom Wolfram 1183,2 oder 189,5 Mal so viel als das Wasserstoffatom.

17. *Antimon*. Die Multipla in der Reihe der Sauerstoff- und Schwefelverbindungen dieses Metalles

verhalten sich wie 3 : 4 : 5. Die letztere von diesen besitzt den Charakter einer Säure, und wie wir mit gutem Grund annehmen, daß 5 Atome Sauerstoff in einer Säure 2 Atome des Radikals voraussetzen, eben so müssen wir es auch hier thun, so daß die Reihe wird:  $2\text{Sb} + 3\text{O}$ ,  $\text{Sb} + 2\text{O}$ , und  $2\text{Sb} + 5\text{O}$ . Wenn 100 Thl. reines metallisches Antimon mit rauchender reiner Salpetersäure oxydirt werden und man das Product, nach Abdestillation der Säure, gelinde glüht bis es nach dem Erkalten weiß wird, so wiegt es 124,8 und stellt alsdann die Verbindung  $\text{Sb} + 2\text{O}$  dar. Dieses giebt das Atomengewicht des Antimons zu 806,45, oder 129,14 Mal schwerer als das des Wasserstoffs.

18. *Tellur*. Von diesem Metalle kennen wir nur ein Oxyd und eine Schweflungsstufe. Das erstere entsteht, wenn 100 Thl. Tellur mit Salpetersäure oxydirt werden und das Oxyd zur Verjagung der Säure im Destillationsgefäße abgedunstet wird. Es wiegt alsdann 124,8. Dieses Oxyd verhält sich zu Basen wie eine Säure und sättigt eine Quantität Basis, deren Sauerstoffgehalt die Hälfte von dem des Oxydes ist. Es ist daher glaublich, daß sie zwei Atome Sauerstoff enthält, wie die antimonige Säure. Das Antimonengewicht desselben wird also auch durchaus das nämliche, oder 806,45. Die äußeren Eigenschaften und das specifische Gewicht des Tellurs gleichen ebenfalls denen des Antimons, und dies bestimmt mich, die Atomengewichte derselben als gleich zu betrachten, ungeachtet nach dem zuvor angeführten Versuche von Dulong und Petit es scheinen könnte, als wäre es nur 403,225 und folglich das Telluroxyd:  $\text{Te} + \text{O}$ ; denn in diesem Falle stimmt das Tellur mit den andern Metallen darin völlig überein, daß das Produkt aus seiner specifischen Wärme und seinem Atomengewichte gleich wird mit dem des Schwefels. Die specifische Wärme desselben ist 0,0912, welche mit 403,225 multiplicirt = 0,3675 ist.

(Beschluss im nächsten Heft.)

## II.

*Ueber die Festigkeit der Körper;*

von

H. F. LINK \*).

## 1.

In der Lehre vom Hebel werden durchaus feste Körper vorausgesetzt, oder solche, deren Theile ihre gegenseitige Lage beim Drehen nicht ändern. Von dem Mechanischen in dieser Lehre ist schon oft gehandelt worden. Aber die Sache ist damit nicht vollendet, sondern es bleibt noch die physische Frage übrig: Was hält die Theile der Linie zusammen, daß sie beim Drehen ihre Lage gegen einander nicht ändern, sondern in einer geraden Linie bleiben?

Eine anziehende Kraft, sagt man, eine Kraft, welche die Theile des Körpers einander zu nähern strebt. Beim Biegen sowohl als beim Brechen müssen sich die Theile von einander entfernen, und eine Kraft, welche dieses verhindert, ist hinreichend, um die Erscheinungen hervorzubringen, welche wir beim Drehen bemerken.

Wir wollen zu zeigen suchen, daß eine ziehende Kraft, von welcher Art sie seyn mag, zu diesen Erscheinungen nicht hinreicht. Wenn *a* Fig. 1. Taf. I. nach *d* bewegt wird, so läßt sich wohl das Hinabge-

\*) Diese Abhandlung ist der Anfang einer Theorie der physischen und chemischen Erscheinungen, welche der Verfasser schon seit langer Zeit entworfen, aber noch nicht ausgeführt hat.

hen der Punkte in *ac* nach *dc* daraus erklären, aber nicht das Aufsteigen der Punkte in *cb* nach *ce*. Die Richtungen der ziehenden Kräfte gehen insgesammt unter *ab* hinab, und es ist kein Grund vorhanden, warum irgend ein Punkt über *ab* hinaufsteigen sollte. Allerdings hat sich ein Punkt über *cb* erhoben, so wird er andere mit sich hinaufziehen, aber nichts treibt den ersten Punkt jenseits *c* aufwärts. Dieses gilt, man mag die Materie für gleichförmig halten, oder für bestehend aus ursprünglich festen Theilchen, welche sich nicht biegen oder brechen lassen. In dem Theilchen *gh* Fig. 2 wird der Punkt *h* steigen, sofern das Theilchen *gh* ursprünglich fest, oder ein Atom ist, aber das nächstfolgende Theilchen *hi* kann durch anziehende Kraft allein nur in eine Lage wie *hi* gebracht werden. So kommen alle Punkte in *cb* nicht über den Punkt *h* hinaus, und es ist kein Drehen der ganzen Linie ohne Biegung möglich. Es ist einerlei, ob man die Theilchen einander berühren läßt, oder ob man sie in einiger Entfernung von einander stellt, wie die französischen Physiker. Für den letzten Fall ist die Fig. 3 gezeichnet.

Man wird einwenden, die Anziehung in *h* sey so groß, daß keine Trennung erfolgen könne. Aber es ist auch nicht nöthig, daß diese erfolge. Das Theilchen *hi* bewegt sich um den Punkt *h*, ohne sich von demselben zu entfernen, und bleibt immer in der angegebenen Lage, wodurch eine Biegung der Linie geschieht. Man möchte ferner sagen, hier sey nur von einer Linie die Rede, welche nicht als solche in der Natur vorkomme, indem man immer Körper habe, wo viele Theile über einander zugleich gedacht wer-



den. Dieser Einwurf fällt bei näherer Betrachtung weg. Denn es können nicht alle Theile über einander gleichzeitig ins Drehen kommen, sondern dieses muß in der obern oder untern Fläche zuerst anfangen, nachdem die drehende Kraft von oben oder von unten wirkt, und so muß also eine Linie sich früher drehen als die andere. Es kommt also zuletzt auf das Drehen einer Linie an, und die vorigen Schlüsse gelten.

Betrachtet man aufmerksam die Bewegung einer drehenden Linie, so sieht man deutlich, daß nicht allein ein Bestreben nach Näherung, sondern auch ein Bestreben nach Entfernung in den Theilchen derselben vorhanden seyn müsse. Indem das Theilchen *de* Fig. 3. Taf. I. sich dreht und in die Lage *gh* kommt, strebt das Theilchen *de* nicht allein in Verbindung mit *lm* zu bleiben, sondern sich auch von demselben zu entfernen. Der Punkt *d* bleibt in Verbindung mit *m*, der Punkt *e* hingegen folgt seinem Bestreben, sich zu entfernen und wird aufwärts getrieben. Eben so strebt auch *de* sowohl bei *fi* zu bleiben, als davon sich zu entfernen, und *f* bleibt mit *e* verbunden, *i* hingegen macht einen großen Weg, damit *hi* in gleiche Richtung mit *gh* gelange. Dieses gilt, die Theile mögen von einander entfernt seyn, wie Fig. 3, oder einander berühren, wie Fig. 2. Um die Erscheinungen des Drehens zu erklären, müssen wir also eine zurückstossende Kraft zu Hülfe nehmen. Durch beide, die anziehende und zurückstossende, wird also das Drehen bewirkt, nicht durch eine derselben, denn daß Zurückstossung für sich kein Drehen bewirken könne, fällt in die Augen.

Wir wollen die Natur dieser Kräfte näher unter-

suchen. Indem das Theilchen *de* Fig. 3 gedreht wird, muß eine zurückstoßende Kraft in *m* am stärksten auf den entferntesten Punkt *e* wirken, weil dieser den größten Weg beim Drehen macht. Es kann aber auch *de* in einer entgegengesetzten Richtung gedreht werden, woraus folgt, daß der Punkt *f* ebenfalls den Punkt *d* am stärksten abstöße. Umgekehrt muß der Punkt *m* den Punkt *d* am stärksten anziehen, weil dieser sich am wenigsten von *m* entfernt. Hier ist also die größte Aehnlichkeit mit den Naturerscheinungen, welche man polarische zu nennen pflegt. Es übt der Punkt *m* die stärkste Anziehung auf *d*, die stärkste Zurückstoßung auf *e* aus, und es liegen die Punkte der stärksten Anziehung und Zurückstoßung einander gegenüber an den Endpunkten einer geraden Linie, wie in allen polarischen Erscheinungen. Wir haben den zurückstoßenden Punkt auf *e* nach *m*, also in ein anderes Theilchen und nicht nach *d* versetzt, nicht allein, weil die Wirkungen von beiden Punkten sich aufheben würden, wenn sie gleichartig wären, sondern auch, weil wir den anziehenden Punkt auf *d* in ein anderes Theilchen verlegen müssen. Daraus folgt nun ein Gesetz, welches für alle polarischen Erscheinungen in der Natur gilt: Gleichliegende Punkte stoßen sich ab, ungleichliegende ziehen sich an.

Wir haben hier also einen natürlichen und ursprünglichen Magnetismus der Festigkeit, ohne welchen diese nicht möglich ist. Die Erscheinungen, welche wir an magnetischen Stangen bemerken, geben uns ein Beispiel von Festigkeit, indem sie sich beständig in eine gerade Linie drehen, und diese bei allen Bewegungen zu erhalten suchen. Was die Natur-

philosophie nur ahnete, aber nur ahnete, glauben wir erwiesen zu haben.

Daß die anziehende Kraft der Festigkeit nicht dieselbe anziehende Kraft sey, welche wir in den Erscheinungen der Schwere bemerken, fällt in die Augen. Jene hat eine zurückstoßende Kraft zum Gegensatz, mit welcher sie steigt und fällt, diese nicht. Wenn die Frage ist, ob außer der anziehenden Kraft der Festigkeit auch die anziehende Kraft der Schwere in dem festen Körper herrsche, so muß diese bejahet werden. Denn sehr viele Erscheinungen haben gezeigt, daß die Schwere eine Kraft sey, welche nach allen Richtungen, nicht nach einer, wirke. Da die Theile der festen Körper schwer sind, so sieht man keinen Grund, warum sie auch nicht vermöge dieser Kraft auf einander wirken sollten. Aber durch diese Kraft allein vermag man die Erscheinungen des Zusammenhangs nicht zu erklären, wie wir oben gesehen haben, und wir treffen hier auf eine andere anziehende polarische Kraft, wodurch die auffallende Stärke des Zusammenhangs allein erklärlich wird.

Ist es aber möglich, oder nützlich, oder sogar nothwendig, diese polarischen Kräfte auf die allgemeine anziehende Kraft zurückzuführen? Wir wollen die Möglichkeit nicht läugnen. Man kann Gestalt und Bewegung der kleinsten Theile nach Belieben erfinden, und durch eine Reihe von Erdichtungen möchte man wohl auf Erklärungen kommen. Nützlich ist es aber keinesweges, denn solche Erdichtungen wenden von der wahren Forschung ab. Nothwendig auch nicht, wenn man gleich die Sparsamkeit der Natur vorschützt — die doch in der Erzeugung

einer Menge von ursprünglichen Gestalten der Atome und Bewegung nicht eben sparsam wäre — denn die lebendigen Kräfte lassen sich nicht auf die anziehende Kraft zurückführen, und hier stehen wir beim Uebergang von der bloß mechanischen Kraft zur lebendigen. Die Natur liebt Uebergänge.

## 2.

In dem Vorigen wurden die Körper als fest betrachtet, nämlich so, daß bei den Bewegungen derselben ihre Theile die Lage gegen einander nicht ändern. Wir betrachten sie jetzt in dem Zustande der Biegsamkeit, wo eine solche Veränderung in der Lage der Theilchen vorgeht.

Ein Körper, indem er sich biegt, stellt keine feste Linie, wie *ab* Fig. 1, dar, wenn man ihn in *c* unterstützt, sondern die beiden Theile desselben *ac* und *cb* machen einen größern oder kleinern Winkel mit einander. Da indessen in der Natur der Scheitel dieses Winkels *c* keinen Punkt darstellt, so kann man das Biegen auch so vorstellen, als ob ein Theilchen *de* Fig. 4 aus seiner Stelle in *ab* entfernt werde, und die Theile *gh*, *fi* nach *gd* und *ie* mit sich führe.

Nehmen wir zuerst auf die anziehende Kraft Rücksicht, so erhellt Folgendes: Weil das Theilchen *de* Fig. 4 Taf. I. in seiner ursprünglichen Lage zwischen *h* und *f* nach diesen beiden Punkten gleich stark gezogen wird, so muß es sich durch die geringste bewegendende Kraft verschieben und in eine Lage wie *de* bringen lassen. Denn zwei gleiche und entgegengesetzte Kräfte heben sich auf, und das Theilchen widersteht nicht durch seinen Zusammenhang mit den an-

liegenden Theilchen, sondern allein durch seine Masse. Wir setzen nämlich voraus, daß die anziehende Kraft sich nicht bedeutend in die Ferne erstreckt, folglich der Unterschied der Gröſſen von  $ah$  und  $fb$  ohne Bedeutung sey, welches man beim Zusammenhange wohl annehmen kann. Soll nun das Theilchen  $de$  in seiner Lage erhalten werden, so muß die bewegende Kraft stärker seyn, als die Anziehungen nach  $dg$  und  $ei$ , welche nun nicht mehr einander gerade entgegengesetzt sind, also einander nicht mehr aufheben. Hier sind zwei Fälle möglich. Entweder die Masse der Theilchen  $gh$ ,  $fi$  ist zu groß, als daß sie folgen könnten, und es entsteht ein Riß zwischen  $h$  und  $f$ . Oder die Masse der Theilchen ist gering genug, und sie folgen dem Theilchen  $de$ , ohne sich von ihm zu trennen. Dann ist die Linie  $ab$  biegsam. Es müssen demnach die Körper in dünnen Blättchen oder Fäden biegsam seyn. Die Erfahrung stimmt damit völlig überein. Jeder Körper in dünnen Fäden oder Blättchen ist biegsam. Glasfäden und Steinplatten zeigen Biegsamkeit, so wenig auch Glas oder Stein von einiger Dicke diese Eigenschaften erwarten läßt.

Aber dieses erklärt die Erscheinung noch nicht. Ein Glasfaden, so dünn er auch seyn mag, läßt sich doch zerbrechen, wenn man ihn an beiden Enden faßt und kurz nimmt, aber ein ziemlich dicker Zwirnsfaden oder Bindfaden läßt sich nicht zerbrechen; man mag ihn halten wie man will. Die Biegsamkeit der Körper hängt also keinesweges von der Masse oder Dichtigkeit derselben allein ab, wie doch seyn müßte, wenn Anziehung allein die Ursache wäre. Da wir also durch anziehende Kraft allein diese

Begebenheit nicht erklären können, so müssen wir auf die zurückstoßende Kraft Rücksicht nehmen, deren Gegenwart in den festen Körpern wir eben dargethan haben.

Indem die Linie *ab* Fig. 4 gebogen und *de* aus *ab* entfernt wird, müssen sich die Theilchen *gh* und *fi* um ihre Endpunkte *g* und *i* drehen, wenn sie mit *de* in Verbindung bleiben sollen, damit kein Riß hervor gebracht werde. Diesem Drehen der Theilchen steht aber die polare zurückstoßende Kraft entgegen, welche die Theilchen in ihrer Richtung zu erhalten strebt. Folglich ist beim Biegen nicht allein die anziehende, sondern auch die zurückstoßende Kraft zu überwinden. Wir müssen also annehmen, daß in den weniger biegsamen oder unbiegsamen Körpern, dergleichen die Glasfäden sind, der größere Widerstand der Biegung von einer größeren zurückstoßenden Kraft herrühre, dagegen in den biegsamen Körpern, wie in den Zwirnsfäden, diese zurückstoßende Kraft nur sehr gering seyn kann.

Hiemit stimmt die Erfahrung wiederum ganz überein. Von einer polaren Kraft läßt sich voraussetzen, daß ihre zurückstoßende Kraft mit der anziehenden in einem geraden Verhältnisse, wenn auch nicht der einfachen Potenzen, stehe. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß unbiegsame Körper gewöhnlich hart sind. Glas und Steine liefern uns Beispiele, ja der Stahl wird immer weniger biegsam, je mehr man ihn härtet, und der härteste aller Körper, der Diamant, ist zugleich völlig unbiegsam. Aber auch von einer andern Seite bestätigt die Erfahrung das Gesagte. Ein Glasfaden läßt sich sehr wohl biegen, wenn man so

auf ihn wirkt, daß er sich um seine beiden Endpunkte  $a$  und  $b$  Fig. 4 dreht, denn hier kommen die Theilchen wenig aus ihren Richtungen gegen einander; der Winkel  $hgd$  ist größer als  $had$ . Befestigt man aber Punkte wie  $m$  und  $n$ , und wirkt auf  $de$ , so zerbricht der Glasfaden sehr leicht. Denn nun müssen sich die Theilchen  $gh$  und  $fi$  auf beiden Seiten um  $m$  und  $n$  so drehen, daß sie einen großen Winkel mit  $m$  und  $n$  oder dem gleichbedeutenden  $g$  und  $i$  machen, wenn eine Biegung entstehen soll, und es wird leichter ein Riß entstehen, als eine Drehung auf beiden Seiten. Bedenken wir, daß die einzelnen Theilchen der Körper nur sehr klein sind, also viele Theilchen gedreht werden, indem nur zwei von einander reissen, so werden wir leicht einsehen, warum solche Körper bei einer nicht geringen Härte gar leicht zerbrechen.

Die zurückstossende Kraft von  $m$  auf  $h$ , und die daneben liegenden Punkte von  $gh$ , nimmt immer ab, je größer der Winkel wird, den  $gh$  mit  $am$  macht, und hört auf, wenn der Winkel ein rechter ist. Die Wirkung geschieht nämlich immer mehr in einer schiefen Richtung. Soll daher eine Biegung geschehen, so muß die Wirkung im ersten Augenblicke stark seyn, oder es muß ein rascher Stoß angewendet werden. Geschieht dieses nicht, so erfolgt entweder gar keine Biegung, oder eine von anderer Art, so nämlich, daß sich die Linie um  $a$  und  $b$  dreht. Auch die biegsamsten Körper sind nicht vollkommen biegsam. Stößt man rasch auf einen ausgestreckten Faden, so erhält er nur in der Mitte eine Biegung, geschieht

es aber langsam, so dreht er sich um seine beiden Enden.

Hieraus lassen sich viele Erscheinungen erklären, welche selbst von ausgezeichneten Physikern missverstanden sind. Man legt auf ein Glas eine Scheibe oder ein Kartenblatt und darauf ein Stück Geld; man schlägt die Scheibe geschwind vom Glase weg, so fällt das Stück Geld in das Glas. Die meisten Physiker nehmen an, die Scheibe werde eher weggeschlagen, als sich die Bewegung dem Glase mittheilen könne. Aber wenn man die Scheibe langsam fortbewegt, daß auf ihr das Geld liegen bleibt, so ist es doch nur die Reibung, welche das Geld fortführt. Warum theilt sich die Bewegung beim raschen Schlage nicht mit, wie beim langsamen, da doch in beiden Fällen die Theilchen vermöge der Reibung in einander greifen? die wahre Erklärung liegt in dem Obigen: die hervorstehenden Spitzen werden beim raschen Schlage gebogen und die Körper gleiten übereinander weg. Eben so muß man die Erscheinung erklären, daß Sand u. dgl. auf einen Teller gelegt, sich gegen die Seite hinbewegt, wo man an den Teller klopft. Nach der gewöhnlichen Erklärung bleibt Sand u. dgl. ruhen und der Teller wird nur von der Stelle gerückt; als ob es der Bewegung mehr Mühe mache, um die Ecke zum Sande zu kommen, als gerade aus an das andere Ende des Tellers. Hängt man eine dünne Stange an einem Faden auf und stellt unten neben der Stange ein Fläschchen, welches leicht umfällt, so wird beim raschen Schlage gegen den obern Theil der Stange das Fläschchen umgeworfen, wenn es an der Seite steht, woher der Schlag kommt, beim langsamen, wenn es



auf der andern Seite sich befindet. So viel ist klar, im ersten Falle dreht sich das untere Ende der Stange, im zweiten nicht. Nach der gewöhnlichen Erklärung, wie sie Gehler in seinem Wörterbuche der Physik giebt, soll im ersten Falle bei der größern Geschwindigkeit die Bewegung sich nicht durch die Stange verbreiten, den Schwerpunkt in Ruhe lassen, und dadurch ein Drehen hervorgebracht werden, im zweiten nicht. Als ob beim Drehen nicht auch die Bewegung an das andere Ende der Stange kommen müßte! Der wahre Grund ist folgender: Beim raschen, mit hin starken, Schlage wird der Faden gebogen; er giebt nach und verstatet dem obern Ende der Stange sich seitwärts zu bewegen, wodurch ein Drehen der Stange hervorgebracht wird, beim langsamen Schlage bleibt der Faden gespannt, und die ganze Stange bewegt sich um den Aufhängepunkt, also in der Richtung des Schlages ohne Drehen um den Mittelpunkt. Man lege die Stange auf eine Glas- oder Marmortafel, wo wenig Reibung ist, und stelle an das eine Ende derselben eine Kugel, so mag man schnell oder langsam an das andere Ende der Stange schlagen, immer wird ein Drehen erfolgen, und die Kugel diesem gemäß bewegt werden. Hieher gehört endlich der Versuch, welchen einst Winkler als einen Beweis der Gegenwirkung anführte: Wenn man eine schwere Kugel, welche auf einem Tische ruht, durch einen Zwirnsfaden fortziehen will, so muß dieses langsam geschehen, sonst zerreißt der Faden. Die Erklärung ist nach dem Obigen nicht schwer: Der Faden muß straff gezogen werden, ehe derselbe zerreißt. Beim

raschen, starken Zuge werden die querliegenden Fäden, welche die Verbindung der Längsfäden machen, gebogen, die Längsfäden können nun gedehnt und zerrissen werden. Beim langsamen Zuge hingegen wird die Verbindung der Fäden an einander nicht aufgehoben, sie bleiben durch dieselbe befestigt, und vermögen die Kugel fortzuziehen.

Wir müssen folglich die Biegung, wobei der Körper sich um seine Endpunkte dreht, und also gespannt bleibt, gar wohl unterscheiden von der Biegung, wobei die beiden Enden des Körpers nicht aus der Stelle gebracht werden. Mit der ersten kann ein bedeutender Grad von Sprödigkeit vorhanden seyn (obwohl dieses nicht nothwendig ist), mit der letzten ist niemals Sprödigkeit verbunden. Ein Glasfaden kann nur die Biegsamkeit der ersten Art haben, ein Zwirnsfaden hingegen ist dieser zweifachen Biegsamkeit fähig.

(Fortsetzung im nächsten Hest.)

---

### III.

#### *Ein merkwürdiger Blitzschlag;*

VON

Hrn. Hofrath G. W. MUNKKE zu Heidelberg.

Das gegenwärtige Jahr zeichnet sich sehr dadurch aus, daß vor dem Eintritte der stärksten, oder nur einer ungewöhnlichen, Hitze, nach einem im Ganzen kalten und unfreundlichen Frühlinge, an mehreren Orten, namentlich im mittleren Deutschland, fast beispieillos starke Gewitter die größten Verheerungen anrichteten, auf welche dann, ganz gegen die gewöhnliche Regel, eine anhaltende Wärme folgte. Eins dieser Gewitter traf am 12. Mai das Gornheimer Thal am Ausgange des Odenwaldes nach der Bergstrasse hin, und die begleitende Wasserfluth schwellte einen kleinen Waldbach zu einer unglaublichen Höhe an, wie in öffentlichen Blättern im Allgemeinen berichtet ist. Zugleich spaltete ein mächtiger Blitzstrahl einen mitten zwischen Kiefern und kleinem Gebüsch stehenden starken Eichbaum mit einer solchen mechanischen Gewalt, daß mir dieses Beispiel das stärkste scheint, was bisher beobachtet ist, und deswegen glaube ich mit der Bekanntmachung desselben den Physikern einen Gefallen zu erzeigen, denn die hierbei geäußerte Kraft des Wetterstrahles übertrifft sicher noch den aus England bekannt gemachten Fall, welcher in Gehler's Wörterbuche N. A. Th. I. p. 1030 erzählt ist. Die Nachricht von diesem Blitzschlage erhielt ich

durch den Herrn Dr. Batt in Weinheim, welcher auf alle auffallende Naturerscheinungen sehr aufmerksam ist, und mich daher nebst dem Herrn Geh. Rath v. Leonhard, dem Dr. Zimmermann aus Clausthal und einigen wissenschaftlichen Freunden bei einer Excursion nicht lange nach dem Ereignisse zu dem zerstörten Baume führte, wo wir die Spuren des merkwürdigen Blitzstrahles noch vollkommen deutlich sehen konnten. Ermüdet von einer längeren Wanderung, beschränkt durch die Kürze der Zeit und ohne Meßwerkzeuge, konnte ich die verschiedenen Dimensionen nicht scharf aufnehmen, allein ein gutes Augenmaß wird dieses zum Theil ersetzen, und ich kann daher die folgenden Angaben mindestens für nahe genau ausgeben.

Der getroffene Eichbaum stand an der Seite einer um etwa 15 bis 20 Grade gegen den Horizont geneigten grünen Bergebene zwischen schlanken Kiefern, welche meistens 4 bis 5 Z. par. im Durchmesser hatten, im Ganzen zwischen 3 bis 8 Z. im Durchmesser wechselten, ziemlich schlank gewachsen waren, und zwischen 20 bis 30 F. Höhe haben mochten. Er selbst hatte über den Wurzeln mehr als 3 par. F. im Durchmesser, schien völlig gesund gewesen zu seyn, bis auf eine kurze Strecke über den Wurzeln, wo sich im abgeschlagenen Stamme eine schwarze Stelle als Folge einer anfangenden Zerstörung durch Vermo- dern zeigte, an den zerschlagenen Stücken habe ich indess nirgend eine Spur einer Aushöhlung finden können. Die Höhe des Stammes ließ sich nicht bestimmen, mag aber nach einigen Anzeigen etwa 15 bis 20 F. betragen haben. Oben hatte derselbe eine

Krone aus 3 ziemlich ein gleichseitiges Dreieck bildenden Aesten gehabt, deren Durchmesser am Stamme gegen 1,5 bis fast 2 F. betrugen. Der merkwürdige Blitzstrahl hatte, mitten zwischen diese drei Aeste einfahrend, bloß den Stamm getroffen, und als erste Probe seiner ungeheuern Gewalt die unverletzten Zweige so rein und absolut vom zerstörten Stamme getrennt, daß sie, der Schwere folgend, herabgefallen waren, und mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Richtung und ihres Abstandes von einander unten auf dem Stumpfe des zerstörten Stammes lagen. Letzteres gehört wohl ohne Zweifel unter die merkwürdigsten Erscheinungen, welche von dieser Art überall beobachtet sind. Alle drei Zweige waren nicht abgerissen oder abgespaltet, sondern mit Erhaltung der umgebenden Rinde so getrennt, als wären sie durch ein sehr stumpfes Beil mit einem einzigen Hiebe abgetrennt. Die Trennungsflächen waren nicht eben, aber auch keinesweges so faserig, als man vermuthen sollte, sondern die Reste der zerrissenen Holzfasern hatten im Ganzen eine Länge von etwa 0,5 Z., die längsten von höchstens 2 Zoll.

So gering übrigens die Zerstörung dieser Zweige war, so furchtbar zeigte sie sich dagegen beim Stamme, denn man darf sagen, daß dieser eigentlich verschwunden war. Zuerst hatte der Blitz den ganzen Stamm seiner Rinde so gänzlich beraubt, daß ich nirgend nur ein einziges Stück mit derselben bekleidet finden konnte. Sie war in sehr kleine Stücke zerrissen und weit umhergeschleudert, und mag wohl theilweise bis zum Tage unserer Besichtigung weggetragen seyn, doch vermuthe ich dieses kaum, da die kleine-

ren Stücke Holz noch ganz so lagen, wie der Herr Dr. Batt sie gleich nach der Zerstörung gefunden hatte, und dort der Holzmangel nicht so groß ist, daß man die Stücke der grünen Rinde aufzulesen versucht seyn sollte. Indefs bemerke ich, daß wir bei weitem nicht den zehnten Theil der Rindenmasse zerstreut fanden, welche den Baum bekleidet hatte, und die größten Stücke hielten nicht mehr als höchstens 2 Fuß Länge und etwa 4 Zoll Breite.

Diesem ähnlich war die Zerstörung, welche der Stamm selbst erlitten hatte. Im Allgemeinen war er durch den Blitz in eine Menge Stücke von ungleicher Größe zerpalten, und diese lagen nach allen Seiten umher zerstreut. Das größte dieser Stücke war etwa 7 F. lang, an der breitesten Stelle 15 Z. breit und 4 Z. dick. Kleinere fanden sich in Menge, bis zu den kleinsten herab, und zahllose Splittern von 1 F. Länge und etwa 1 bis 4 Quadratzoll Querschnitt. Das genannte größte Stück war von der äußern Seite des Stammes; ein anderes, mehr aus der Mitte gespalten, etwa 5 F. lang, 12 bis 14 Z. breit und an der dicksten Stelle gegen 5 Z. dick, zeichnete sich durch viele, vielleicht an hundert Fasern aus, welche wie Seile von 1 bis 2 Linien Querschnitt durch den Blitz gleichsam herausgedreht oder wie mit einem Hohlmeißel in der Länge von etlichen Fußsen bis auf wenige Zolle aus der Masse gleichsam herausgestochen, an kleinen Fasern oder mit den Enden festhiengen. Der Anblick derselben war uns in der That sehr überraschend. Der Rest des Stammes über den Wurzeln bestand noch aus einzelnen Splittern, welche von etlichen Zollen bis etwa 2,5 F. Höhe, geringer Breite und Dicke, vom

aufsern Theile des Baumes noch in die Höhe standen, und eine Art Umzäunung bildeten, innerhalb welcher die Enden der abgeschlagenen Zweige sich herabgesenkt hatten. Nirgend aber zeigte sich die mindeste Spur von Zündung oder Verkohlung, auch konnte ich in der Umgebung des Stammrestes keine Zeichen einer Zerstörung, eines Eindringens des Blitzes in die Erde, eines Aufwerfens des Erdreichs oder einer Trennung desselben von den Wurzeln wahrnehmen, soweit eine oberflächliche kurze Untersuchung hierüber ein Urtheil gestattet, obgleich die aufstehenden Stammreste gleichfalls bis auf den Boden von der Rinde entblößt waren. Der Blitzstrahl scheint also an der Oberfläche des Bodens sich über denselben ausgebreitet zu haben.

Zu dem Merkwürdigsten bei dieser ganzen Erscheinung gehört die unglaubliche und im Einzelnen unbegreifliche Zerstreung der zerschlagenen Stücke. Im Allgemeinen waren sie mit einer ganz außerordentlichen Gewalt auseinander geschlendert, und mußten demnach die umstehenden Kiefern treffen, deren einige geradezu abgeschlagen, zwei auch durch die herabsinkenden schweren Aeste niedergedrückt waren. Einige Stücke fanden wir indess so weit hingeworfen, und hinter einer solchen Menge von Bäumen liegen, daß man vermöge der Stellung der letzteren nicht begreifen konnte, wie sie dahin gelangt sind. Insbesondere war dieses bei einem Stücke der Fall, welches 4 bis 5 F. lang, 9 bis 12 Z. breit und fast 4 Z. dick, gerade bergaufwärts 56 meiner Schritte, also nahe 80 bis 90 F., entfernt lag, und nach der Richtung seiner Bahn, diese als gerade angenommen, mindestens 3 bis

4 Bäume berührt haben mußte, an denen übrigens keine Spur von Beschädigung zu bemerken war. Daß es ursprünglich dorthin geflogen, und nicht etwa nachher getragen sey, bezeugte der Hr. Dr. Batt, welcher es gleich anfangs dort gefunden hatte, und ausserdem entschieden Wahrscheinlichkeitsgründe sehr bestimmt gegen ein solches Verschleppen. An ein Hinfliegen durch die Luft über die Spitzen der Bäume weg möchte ich unter den obwaltenden Umständen nicht denken, und kann mir die Sache daher nicht anders erklären, als wenn ich annehme, daß das Stück im Fliegen an die Bäume gestoßen habe, aber dem Hindernisse etwa durch Drehung ausgewichen sey, welches um so leichter anging, wenn man voraussetzt, daß es sich in lothrechter Richtung seiner Längensfibern horizontal oder etwas aufwärts bewegte. Leichter, obwohl keineswegs leicht erklärlich, ist die Bewegung eines zweiten, noch etwas größeren Stückes, welches zwischen weit mehr Bäumen durch bis auf 75 meiner Schritte weit bergabwärts geworfen war. Der Wald erstreckte sich von dort an noch bis etwa 30 Schritte, und gränzte daselbst an eine Wiese, auf welcher in weitester Entfernung von etwa 200 Schritten das äußerste Stück lag; indess hielt ich es nicht für der Mühe werth, auch dieses aufzufuchen, da sich ohnehin das Herabrollen auf dem freien Raume leicht erklären liefs, wenn die Stücke erst den Weg durch die Bäume gefunden hatten. Ein Bruchstück von ziemlicher Gröfse war in einer Entfernung von etwa 12 Schritten in den Zweigen eines Baumes hängen geblieben, alle aber lagen so, daß sie nach Gründen der Wahrscheinlichkeit auf ihre Lagerstätte durch



Wurfbewegung geschleudert seyn mußten; nur eins war in den einen Zweig des zerشلagenen Eichbaums wie eine Bank in etwa 5 Fuß Höhe gelegt, und verdankte diesen Platz ohne Zweifel den Händen der Menschen.

Es ergibt sich aus der mitgetheilten Erzählung, daß wir viele, und ich darf wohl sagen sehr viele Bruchstücke des zerشلagenen Baumes auffanden, allein im Allgemeinen fand auch hiebei das Nämliche Statt, als bei der Quantität der aufgefundenen Rinde, das heißt, wir haben sicher nicht den fünften, vielleicht nicht einmal den zehnten Theil der ganzen Masse aufgefunden, woraus der Baum bestanden haben muß; denn wenn man bedenkt, was für eine Menge Holz ein Baum von 3 Fuß Durchmesser und ich will annehmen nur 15 Fuß Höhe giebt, so war die Summe der von uns gesehenen Stücke hiergegen nur eine Kleinigkeit, und konnte von einem einzigen Pferde füglich fortgezogen werden, anstatt daß die drei Zweige sicher mehr als ein starkes Fuder für vier Pferde gegeben haben würden. Angenommen der Baum sey ganz hohl gewesen, wovon aber an keinem einzigen der Stücke die mindeste Spur bemerkbar war, eben so wenig als von einem stattgefundenen Brande, so reichte die beobachtete Masse auch dann nicht hin, um einen hohlen Cylinder von der Art zu bilden, als der Baum gewesen seyn mußte. Außerdem waren die Zweige insgesammt so gesund und kernfest, und zeugten in ihrem ganzen Aeufseren so unverkennbar von der Gesundheit des Baumes, welcher sie getragen hatte, und die gefundenen Stücke waren so kräftiges und frisch vegetirendes Holz, daß ich meinerseits nach al-

len diesen Kennzeichen den Baum nicht für einen halb vermoderten und stark ausgehöhlten halten kann. Obgleich daher dieser Fall zunächst nur wegen der ungeheuern mechanischen Gewalt Beachtung verdient, welche erfordert wurde, ich will nur sagen die drei Zweige der Krone in einem Nu so rein abzuschlagen, so kann man sich doch zugleich der Frage nicht erwehren, wo der Rest des Holzes und der Borke geblieben seyn mag. Niemand ist ein gröfserer Feind voreiliger Conjecturen und unbegründeter Hypothesen, als ich, auch liegt es sehr nahe anzunehmen, dafs beides früher weggetragen, oder wohl eigentlicher weggefahren seyn könnte, als selbst der Dr. Batt die Stelle zuerst besuchte, welcher übrigens bei unserm Besuche nach 14 Tagen noch alles, bis auf die erwähnte Bank, unverändert fand, weil der Baum im Dickicht des Waldes stand, wohin nicht gefahren werden konnte; allein jedes Wegnehmen der Stücke war durch nichts angezeigt, und bleibt immer höchst unwahrscheinlich. Meine aufgeworfene Frage liegt daher nicht so ganz entfernt, zumal da wir die Wirkung des Blitzes lange noch nicht hinlänglich kennen. Inzwischen würde auf mich dieser Umstand vielleicht keinen so auffallenden Eindruck gemacht haben, wenn mir nicht ein glaubhafter Mann, der Mechanikus Schubarth in Marburg, erzählt hätte, dafs einst auf dem Schlosse daselbst ein Sparren durch den Blitzstrahl ohne Zündung gänzlich zerstört und völlig verschwunden sey. Dieses seltsame Factum habe ich allezeit für Täuschung gehalten, und stets aus meinem Gedächtnisse zu vertilgen gesucht, um so lebendiger ist es aber bei mir wieder zum Vorschein gekommen, seitdem ich die beschriebene Zerstörung des Baumes gesehen habe, und mich in grofser Verlegenheit befinde, das Verschwinden des grössten Theiles desselben zu erklären. Sollte der Blitz wirklich die Kraft haben, solche Substanzen gänzlich zu zersetzen und auf diese Art verschwinden zu machen? — Doch wir wollen uns vor der Hand an die sicheren Thatfachen halten, das Ungewisse dagegen durch Beachtung ähnlicher Fälle mit gröfserer Sicherheit zu begründen suchen.

*M u n c k e.*

## IV.

*Neue Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und  
der herabgefallenen Massen;*

von

E. F. F. CHLADNI.

## Sechste Lieferung.

(Die erste Lieferung findet sich in B. 68. S. 329, die zweite B. 71. S. 339, die dritte B. 75. S. 229, die vierte B. 78. S. 51 und die fünfte B. 82. S. 21 und B. 82. S. 131.)

I. Nachträge zu den Verzeichnissen herabgefallener Stein- und  
Eisenmassen.

Im Jahre 481 ward in *Afrika* (ohne nähere Bestimmung der Gegend) der Himmel mit dunkeln Wolken (wahrscheinlich Rauch- und Dampfwolken eines Meteors) bedeckt, und es fielen feurige Steine, welche an der Erde Spuren des Brandes zurückliessen, nach den *Anales y memorias cronologicas por el Doctor Don Martin Carrillo, Abbad de Montaragon, (Sargossa, 1620) S. 112.*

? 1642, ungefähr um die Mitte des Decembers, mag wohl bei *Ofen* Eisen herabgefallen seyn, nach einem sehr confusen Bericht in *Theatr. Europ. t. IV. p. 299* und in den *Breslauer Sammlungen*, 19. Versuch, S. 379, nach welchem es am 12. December soll geschehen seyn. Etliche Tage zuvor (wahrscheinlich kurz zuvor, wenn es nicht zwei ganz verschiedene Ereignisse gewesen sind) sind zwischen Gran und Ofen des Mittags 5 Feuerkugeln zersprungen (die wohl Stücke einer früher zersprungenen grösseren Masse mögen ge-

wesen seyn), mit krachendem Getöse, wie Karthausen, worauf man drei Stunden lang (welches wohl nur einige Minuten lang wird gewesen seyn) vielen Lärmen, wie mit Trompeten und Trommeln gehört hat (womit mehrmals das auf die Explosionen folgende Getöse ist verglichen worden). Am folgenden Tage (welches wohl sogleich nach der Erscheinung des Meteors wird gewesen seyn) habe es in Ofen soviel Blei und Zinn (! wahrscheinlich weiches Eisen, das man dafür gehalten haben mag) geregnet, daß es die Türken in Schüsseln gesammelt, und ihrem Bassa zum Befehlen vorgetragen haben. (In meinem Buche habe ich es zwar S. 100 unter den Feuermeteoriten erwähnt, aber im 4ten Abschnitte, wo von Niederfällen die Rede ist, ich weiß nicht, durch welches Versehen, es zu erwähnen unterlassen, muß es also hier nachholen.)

1704, am Weihnachtstage, also den 25. December, um 5 Uhr ereignete sich in der Gegend von *Barcelona* ein Meteorsteinfall, der in den *Anales de Cataluña por Don Narciso Feliu de la Peña y Farell* (Barcelona 1709) libr. XXII. cap. 14 gut beschrieben ist. Die Feuerkugel ward in ganz Catalonien gesehen; sie erschien wie eine Bombe, anfangs äußerlich dunkel, ward immer heller, und übertraf endlich an Glanz das Sonnenlicht; sie entzündete sich (vermuthlich von Barcelona aus gesehen) zwischen O und S, bewegte sich nach W, und endete zwischen N und W, fiel auf die Erde, liefs einen breiten Streifen von Rauch nach, wie eine Wolke, die sich nach und nach zerstreute, und machte schreckliches, lange anhaltendes Getöse wie Kanonen- und Musketenfeuer; an einigen Stellen fielen große Steine nieder, die auswendig

schwarz, inwendig grau waren. (Da in dem Berichte nichts von metallischen Theilen im Innern gesagt ist, so läßt sich mit Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß die Steine denen von Stannern, Jonzac, Juvenas, u. s. w. mögen ähnlich gewesen seyn, welche kein Gediogeneisen und kein Nickel enthalten.)

Im *Monthly magazine* Vol. 37, vom 1. Jul. 1824, p. 553 wird gemeldet, im letztern *Calcutta Journal* rede M. R. Tytler von zwei Steinen, die neuerlich bei Futtypoore gefallen sind; einer war ein Stück eines größeren, und sie sind unregelmäßig gestaltet gewesen. In dem angeführten Blatte wird es aus gänzlicher Unkunde einem Vulkan zugeschrieben, welches aber berichtet, und mit Recht für absurd erklärt wird. (Dieser Meteorsteinfall ist wahrscheinlich derselbe, welcher sich nach *Tilloch's philos. magazine* Vol. 37. p. 236 in Ostindien bei *Shabad*, nicht weit von Futty Ghur, ungefähr in der Mitte des Juli 1810 ereignet hat, und wobei durch das Meteor sehr viel Schaden ist angerichtet worden. Dieses Ereigniß habe ich schon in meinem Buche, S. 292, erwähnt. Mir scheint übrigens *Futtypoore* mit *Futty Ghur*, wie es dort heist, einerlei zu seyn, und ich halte, nach der Analogie mit vielen andern sich so endenden Namen ostindischer Orte *Futtypoore* für richtiger, und es mag bei der andern Benennung wohl ein Schreib- oder Druckfehler vorgefallen seyn.)

Ueber den Meteorsteinfall 1825 den 10. Februar, Mittags zwischen 12 und 1 Uhr bei *Nanjemoy* in *Maryland* finden sich weitere Nachrichten in *Silliman's American Journal* Vol. IX. No. 2. S. 351 u. f. und Vol. X. No. 1. S. 151 und aus diesem in *Schweigger's*

*Jahrbuch der Chemie und Physik*, N. R. Bd. 16. S. 396 f. Die Nachrichten haben Dr. Sam. Carver und Capitän W. D. Harrison, welcher letztere Augenzeuge war, dem Professor Silliman mitgetheilt. Man hörte in der Gegend von Nanjemoy eine starke Explosion, wie ein Kanonenschuß, und hernach ein lautes saufendes Geräusch in der Richtung von NW nach SO fortgehend, parallel mit dem Potowmak Flusse. Es ward in einem Umkreise von wohl 50 engl. Quadratmeilen gehört, und Alle glaubten es über ihren Köpfen zu hören. In einer Entfernung von ungefähr 25 engl. Meilen von dem Orte des Niederfalles ward eine Erschütterung gespürt, wie von einem Erdbeben. Cap. Harrison sah den Meteorstein etwa 15 Sekunden nach der Explosion auf seine Pflanzung niederfallen. Er hatte 22 bis 24 Zoll tief unter die Oberfläche der Erde eingeschlagen, war noch warm, zeigte einen starken Schwefelgeruch, und wog 16 Pfund. Man hat keine Feuererscheinung gesehen (ohne Zweifel wegen des hellen Sonnenlichts bei der heitern Witterung, und weil man nicht just die Augen nach der Stelle des Meteors gerichtet hatte). Ein Stück ward von *Chilton* chemisch untersucht; es wog 228 Grän, und zeigte ein specifisches Gewicht von 3,66. Nach Wegnahme der äußern Rinde ward das Stück grob gepulvert, und die von dem Magnet anziehbaren Theile, welche 40 Grän betrug, wurden von der andern abgetrennt, und von den einen sowohl wie von den anderen 25 Grän zur Analyse verwendet. Die nicht vom Magnet angezogenen Theile gaben Eisenoxyd 6,15; Nickeloxyd 0,80; Kieselnde 14,90; Magnesia 2,60; Kalk 0,45; Thonerde 0,05; Schwefel 1,27; ==

26,12. Die vom Magnet angezogenen Theile gaben Eisenoxyd 24,00; Nickeloxyd 1,25; Kiesel-erde, Magnesia, Kalk und Thonerde 3,46; Schwefel eine Spur, zusammen 28,71, wo der Ueberschuss, wie gewöhnlich, von der Oxydation herrührte. Von Chrom war keine Spur zu entdecken. Von der physischen Beschreibung sowohl der sehr rissigen Rinde, als des Innern erwähne ich hier nichts weiter, weil alles ungefähr eben so ist, wie bei den bekanntern Nickel und viel Gediogeneisen enthaltenden Meteorsteinen.

1825, den 12. Mai, will man zu *Bayden* in *Wiltshire* in England eine Eisenmasse haben herabfallen sehen. (Weitere Nachrichten sind nicht vorhanden.) Die von Herrn *Joyce*, einem der vorzüglichsten Londner Mineralienhändler, gekaufte Masse ist im Besitz des Herrn *Schwickard*, eines jungen Hüttenmannes vom Harz, welcher gegenwärtig in Mexico lebt. Er zeigte sie vor einigen Monaten dem Herrn *Oberberg* und Professor *Nöggerath* in Bonn; dieser, welcher die Güte gehabt hat, mir die Nachricht mitzutheilen, sah sie nur einige Augenblicke, und konnte sie nicht näher untersuchen. Sie war von der Grösse einer Faust, fast vollkommen kugelförmig; die Oberfläche war mit sehr schönen octaëdrischen oft in einander gedrängten Kry stallen um und um bedeckt, in der Art, wie die gewöhnlichen Strahlkieskugeln. Die Kry stallen waren grösstentheils über einen halben Zoll gross, von aussen matt, und schwarz, wie Magnet- eisenstein; eine angefeilte Stelle zeigte sich in Glanz und Farbe ganz wie Meteor- eisen. Auf die Magnetnadel wirkte es sehr stark.

? 1826, den 15. Februar sah man (wie gemeldet wird) bei Sonnenuntergange NVVlich von *Lugano* (in dem südlichsten Theile der italienischen Schweiz) ein leuchtendes Meteor, das sich über die Thäler des Monte Cenere erhob, dann sich plötzlich niederwärts liefs, und mit einem solchen Knalle zerplatzte, dafs das ganze Thal von Lugano bebte. Meteorsteine, die es bei seinem Falle ausschleuderte, verbreiteten sich auf eine halbe Stunde weit. Eine Dorfkirche, die in beträchtlicher Entfernung stand, ward so erschüttert, dafs die Leuchter vom Altare fielen. (An der Richtigkeit dieser in der *Frankfurter OberPost AmtsZeitung* No. 92 vom 2. April 1826, aus welcher Quelle, weifs ich nicht, mitgetheilten Nachricht glaube ich noch zweifeln zu müssen, da ich weder in der *Gazzetta di Milano*, noch in der *Zürcher Zeitung*, die doch am ersten etwas davon hätten mittheilen können, noch sonst in einer italienischen, französischen oder deutschen Zeitschrift etwas davon finden konnte; da auch Personen, die sich bemüht haben, aus der Schweiz etwas von den Steinen und von weitem Nachrichten zu erhalten, bis jetzt weder das eine, noch das andere erhalten haben. Uebrigens haben wir schon so manche Lügenberichte von angeblichen Meteorsteinfällen erhalten, dafs man wohl Anstand nehmen mufs, anonyme Nachrichten bis auf weitere Bestätigung so gleich für wahr zu halten.)

II. Uebrig Gediogeneisenmassen, die auch für meteorisch zu halten sind.

In *Silliman's American Journal of science*, Vol. 8. Aug. 1824. p. 218 finden sich viele weitere Nachrich-



ten von der in meinem Buche S. 344 und in diesen *Annalen* B. 68. S. 343 und B. 82. S. 34 von mir erwähnten Eisenmasse aus *Louifiana*, welche im Besitze des Obersten Gibbs war, der sie in der Sammlung der historischen Gesellschaft zu NewYork niedergelegt hat, wie auch noch von zwei andern, die sich noch dort befinden, und schon früher ein Gegenstand der Aufmerksamkeit der Indier gewesen sind.

Von der nicht weit von *Bitburg* vormals gefundenen ungefähr 3400 Pfund schweren Eisenmasse, über welche ich in meinem Buche S. 353 und hernach in diesen *Annalen* B. 68. S. 342 und B. 82. S. 33 und 34 mehr gesagt habe, und welche aus Unkunde war eingeschmolzen worden, habe ich doch noch ein kleines Stückchen im natürlichen Zustande aus der Sammlung der Gesellschaft für nützliche Forschungen zu Trier durch die gütige Verwendung des Herrn Steininger, Oberlehrers der Physik und Mathematik in Trier, erhalten (welcher durch viele geognostische Forschungen in den Rheingegenden u. s. w. sich wohlverdient gemacht hat). Es ist etwas porös und krystallinisch, und scheint mir mit dem Meteoreisen aus Columbien die meiste Aehnlichkeit zu haben. Weitere Nachrichten von Herrn Steininger, nebst beigelegten Bemerkungen von Herrn Ob. Bergrath und Prof. Nöggerath und von mir, finden sich in *Schweigger's Journal für Chemie* N. R. Bd. 16. S. 384.

Ueber das Gediogeneisen in *Mexico*, bei *Jiquipilco* oder *Xiquipilco* \*) 10 leguas nordöstlich von *Tolu-*

\*) Dieses unterscheidet sich nur durch eine weichere oder härtere

ca, hatte ich aus der *Gazeta de Mexico* einige Nachrichten in meinem Buche *Ueber Feuermeteore* u. s. w. S. 338 mitgetheilt. Nun hatte Herr Stein, Hauptagent des deutsch-amerikanischen Bergwerksvereins, aus Mexico am 25. April 1825 ein Stück von diesem Eisen an Herrn Ob. Bergrath und Professor Nöggerath in Bonn überschickt, welcher, zufolge seiner mir aus mehreren Erfahrungen bekannten Gefälligkeit, etwas davon hat abfügen und mir zukommen lassen, und auch weitere Nachrichten davon in einem an mich gerichteten Schreiben im *Journal der Chemie von Schweigger*, N. R. Bd. 17. S. 74 f. mitgetheilt hat. An meinem Stücke zeigen sich die Widmanstädtischen Figuren auch so, wie Herr Ob. Bg. R. Nöggerath sie beschreibt, nämlich mit unregelmässigen Streifen oder Durchgängen, die sich vorzüglich nur nach zwei Richtungen ziemlich rechtwinklig durchschneiden, welches sich bei anderen Meteoreisen mehr nach drei Richtungen zeigt. Da in dem Stücke, welches sich in dem kaiserlichen Naturalienkabinet zu Wien befindet, die Streifen sich auch nur meist nach zwei Richtungen durchschneiden, so finde ich auch mit Hrn. O.B.R. Nöggerath wahrscheinlicher, daß es von Jiquipilco, als daß es von Zacatecas seyn möge.

Hr. Prof. John zeigt in dem *Bulletin des sciences phys. v. Férussac*, Août 1826, S. 146 an, daß er in dem Gedieneisen von Bitburg und von Lénarto auch eine Spur von Selen gefunden habe.

Aussprache desselben Gutturals, so wie man auch jetzt eben sowohl Mejico als Mexico schreibt.

III. Beiträge zu den Nachrichten von herabgefallenen Substanzen, die von Meteorsteinen und Gedlegeneisen verschieden sind.

1822, den 22. Januar ward in  $23^{\circ}$  N. B. und  $21^{\circ} 20'$  Länge von Greenwich an einem russischen Schiffe, 275 Seemeilen von Afrika entfernt, Segel und Tauwerk mit einem rothbraunen und ockerartigen Staube bedeckt. Es schienen lauter lange Streifen von Körnern zu seyn, die sich zu berühren schienen. Auf der Seite des Windes, der von NO kam, war es sichtbar, auf der entgegengesetzten nicht. Der Staub war fein anzufühlen, und färbte die Haut roth. *Ann. de Chimie*, t. XXX. p. 430.

1825, den 19. Januar befand sich das nach London zurückkehrende Schiff Clyde unter  $10^{\circ} 40'$  N. B. und  $27^{\circ} 41'$  westl. Länge etwa 600 englische Meilen von der Küste. Des Morgens waren die Segel mit einem braunen, und wie das Mikroskop zeigte, äußerst feinen Sande bedeckt. Da Nachmittags um 2 Uhr einige Segel eingezogen wurden, bemerkte man, so wie der Wind sie gegen den Mast schlug; ganze Staubwolken. (Da hätte man doch etwas von dem Staube für chemische Untersuchung sammeln sollen!) Der Wind war ONO. *Gentlemans magazine*, März 1825. *Ann. de Chimie*, t. XXX. p. 430.

Der in meinem Buche S. 367 schon erwähnte sogenannte Blutregen 1643 zu *Vaihingen* an der Enz, und zu *Weinsberg*, wird auch im *Theatr. Europ.* t. IV. gemeldet, und zwar soll es am 20. Februar geschehen seyn. Dasselbe soll sich auch am 26. Februar 1641 zu *Alzheim* in der Pfalz, und im Januar 1643 bei *Staden* ereignet haben.

Von dem bekannten Staubbierfalle 1813, am 14. März in Calabrien, und von der Analyse desselben giebt *Sementini* (wie ich aus dem *Bulletin des sciences mathématiques et physiques* von Férussac, Août 1826, S. 144 ersehe) in den Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Neapel im 2ten Theile des ersten Bandes S. 281 Nachrichten, welche aber dieselben sind, die ich schon aus andern Quellen in meinem Buche *Ueber Feuermeteore und herabgefallene Massen*, so wie auch in diesen *Annalen* mitgetheilt habe. Ich halte für nöthig, dieses zu bemerken, damit nicht etwa Jemand, wie schon mehrmals geschehen, etwas schon längst von mir Erwähntes wieder als etwas Neues und noch Unbekanntes zum Vorschein bringe.

#### IV. Beiträge zu den Nachrichten von Feuermeteorcn.

1657, am 3. October, bei Tagesanbruch, in Frankreich eine von mir und von Andern noch nicht erwähnte große Feuerkugel, kam von  $\text{NO}\frac{1}{4}\text{O}$ , ging nach  $\text{OSO}$ , und ward gesehen im Contat, Dauphiné, Lionnois u. s. w. Nach einem Manuscript vom Canonicus Jacques de Banes, gemeldet in der *Corrêsp. astron. par M. de Zach*, t. XIII. cah. 5. p. 457.

1683, den 12. August, Abends 9 Uhr zu Leipzig eine sehr helle Feuerkugel, erschien zuerst unter der Achsel des Bootes gegen den großen Bären zu, in Gestalt eines kleinen Sternes, ward hernach groß wie der Mond, ging niederwärts, und ward an mehreren Orten in Sachsen, wie auch in Cassel, Halberstadt, u. s. w. gesehen. *Theatr. Europ.* t. XII. p. 619. Unter vielen dort gemeldeten bemerke ich nur diese, weil sie besser beobachtet ist.

1820, den 9. December um 1 Uhr nach Mitternacht, zu *Tumea* in der Mongolei ein ungewöhnliches Knallen in der Luft mit Donnerschlägen, nebst plötzlicher Helligkeit, wie am Tage (ohne Zweifel zu Folge eines Feuermeteors, das man wegen trüber Witterung nicht genauer mochte haben sehen können). *Reise nach China durch die Mongolei, von Timkowsky*, deutsch durch Schmidt, 1. Th. Cap. 8.

Ueber die 1823 am 6. April um 10 Uhr Abends zu Berlin gesehene Feuerkugel, welche aus *Bode's astronomischem Jahrbuche auf 1827* S. 149 schon von mir in diesen *Annalen* B. 82 (1826. St. 2.) S. 164 erwähnt ist, hat Herr Justizrath Hindersin zu Neustadt Eberswalde mir weitere Nachrichten gefälligst mitgetheilt, die er schon früher an den bald darauf verstorbenen Prof. Gilbert überschickt hatte. Er ging Sonntags den 6. April 1823 Abends von dem dortigen Kupferhammer bei milder Luft und wolkenfreiem klar gestirnten Himmel in Gesellschaft zweier Damen nach der Stadt zurück. Gleich anfangs bemerkten sie, daß es tief in NVV schwach wetterleuchtete (vermuthlich nur zufolge des entfernten Meteors). Dieses ward nach und nach stärker, bis sie aus der Waldung auf die freie Anhöhe vor der Stadt kamen, wo sie denn am NVVlichen Horizont eine Wolke (wahrscheinlich nur von dem Dampfe und Rauche des Meteors) sahen, aus welcher es stark blitzte, und zugleich sahen sie eine Feuerkugel, welche über ihnen ungefähr von SO nach NVV schwebte (also, da man sie in Berlin nach NO gesehen hat, wohl, so wie viele andere Feuerkugeln, mag Bogenprünge gemacht haben). Sie erschien völlig rund, mit lebhaft glänzendem röthlich

gelben mit wenig Blau gemischtem Lichte, welches bei der Fortbewegung zugleich mit dem Umfange der Kugel abnahm. Diese verschwand zuletzt, ohne daß ein Zerplatzen oder Zerfließen zu bemerken war, und es schien, als ob sie in sich selbst verzehrt würde. Die Erscheinung dauerte 3 bis 4 Sekunden, und liefs ungefähr eben so lange einen hellen weißlich schimmernden, an der SOseite etwas schmälern und schwächern Lichtstreifen nach, der sich in gerader Linie von dem letzten Sterne im Schwanze des großen Bären (Benetnasch) bei dem kleinen Bären südlich vorbei bis so weit erstreckte, daß, eine gerade Linie von dem Polarsterne auf den Endpunkt des Lichtstreifens gedacht, diese Linie mit dem Lichtstreifen einen rechten Winkel bildete. Der Zeitpunkt des Meteors war nach dortiger Uhr höchstens 5 Minuten über 10 Uhr. Die eine Begleiterin des Hrn. Beobachters wollte einige Sekunden nach dem Verschwinden der Feuerkugel noch während der Beobachtung des Lichtstreifens einen sehr entfernten dumpfen Schall, wie von dem Falle eines Körpers (vielleicht von einem frühern Ausbruche oder einer Bewegung des Meteors, als es näher über ihnen war) gehört haben, war aber der Sache nicht recht gewiß; die Andern haben nichts gehört. Es wäre zu wünschen, daß noch aus andern Gegenden ähnliche Beobachtungen desselben Meteors mitgetheilt würden, damit die wahre Bahn, die Höhe u. s. w. daraus berechnet werden könnte.

1823, den 6. December, Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr sah Herr Graf von Beust, Ob. Berg-Hauptmann in Bonn, eine von N nach S gehende

Feuerkugel auf dem Wege zwischen Mastricht und Aachen.

1825, den 10. September, um 9½ Uhr Abends bei *Liancourt*, Dép. de l'Oise, eine Feuerkugel, elliptisch, ungefähr von der Grösse des Vollmondes, zog einen langen Schweif nach sich, ging von NW nach SO, schien sich unter einem Winkel von ungefähr 35° zu senken. Das Licht war glänzend weiss. Aus einem Berichte des Duc de la Rochefoucauld in *Ann. de Chimie*, t. XXX. Dec. 1825. p. 415.

1825, den 9. November, Abends 5 Uhr eine an mehreren Orten des Pilsner Kreises in Böhmen gesehene Feuerkugel, sprühte Funken, ging von NW nach SO, verlösch nach einer Weile, wie eine Rakete. Herr Paul, Direktor der (dem sehr verehrungswürdigen Herrn Grafen Caspar von Sternberg zugehörenden) Herrschaft Radnitz, hörte dabei ein rollendes Getöse. *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 8. H. 2. S. 243.

1825, den 14. November, um 8 Uhr Abends, ein sehr glänzendes Feuermeteor, zu *Leith* in Schottland gesehen, ging sehr schnell von O nach W, durchlief immer in derselben Richtung einen Bogen von ungefähr 25°, und machte im Zenith eine Explosion, wie eine Rakete. Der Lichtschweif war noch 2 Minuten lang sichtbar. Beobachtet von Coldstream in Leith. *Edinburgh Journal of Science*, No. IX. Jun. 1826. p. 91. *Annal. de Chimie*, t. XXX. p. 415.

1826, den 14. Februar, um 7 Uhr 50 Minuten, Morgens, zu *Campo de Criptana* in La Mancha eine sehr grosse Feuerkugel, in Gestalt eines umgekehrten Kruges; sie kam in schräger Richtung von W nach N

herab, und liefs eine grofse Rauchwolke hinter sich zurück. Das Licht war äufserst hell, und in einiger Höhe (wenn es heifst: 40 Váras oder spanische Ellen, so ist nichts damit gesagt) verschwand es. Jeder war geneigt zu glauben, dafs das Meteor in dem Bezirke, wo er war, herabgefallen sey (wie öfters eine solche optische Täuschung bei Feuermeteorcn Statt gefunden hat), ob es gleich auf dem Wege von Quintanas (wohl auch nur dem Anscheine nach) wirklich herabfiel. Aus der *Zeitung von Madrid* in der *Frankfurter OberPostAmtsZeitung* 1826, No. 69.

1826, den 14. April zwischen *Paisley* und *Glasgow* in Schottland eine Feuerkugel, anfangs (scheinbar) stillstehend, sehr hell, warf silberweifse Funken, ging horizontal von N nach S. *Edinburgh Journal of Science*, No. 8. April 1826. p. 578. Wird einem elektrischen Princip zugeschrieben, (!) welches man doch wohl jetzt besser wissen könnte und sollte.

1826, den 21. Juli, Abends, sah man zu *Heidelberg* aus grauen Wolken, welche schon lange wetterleuchteten (welches ebenfowohl zufolge des Feuermeteors, als eines Gewitters kann geschehen seyn), plötzlich einen grofsen Feuerballen gegen W herausfahren und fortrollen (woraus auf eine Axendrehung, die auch schon mehrmals beobachtet worden, zu schliessen ist). Ungefähr 10 Sekunden lang wurden Gebäude und die Gegend am Neckar außerordentlich hell beleuchtet. Aus *Zeitungen*, unter andern der *Berliner Haude und Spener'schen*, No. 188. vom 14. Aug. 1826.

1826, den 29. Juli, um 2½ Uhr Morgens, ward in Catalonien, auf dem Wege zwischen *Varcla* und *Florido*, von dem Condukteur und Postillion des Postwa-



gens, welche es vor den öffentlichen Autoritäten aus-  
 gesagt haben, bei heiterem Himmel und Mondschein  
 auf einmal eine blitzartige Helligkeit bemerkt, die von  
 NVV gekommen war, und über 2 Minuten, anfangs  
 zunehmend, hernach abnehmend, fort dauerte, und  
 wodurch das Mondlicht ganz verdunkelt ward. Die  
 Pferde standen still und senkten die Köpfe zur Erde  
 nieder, bis es vorüber war. Es ward kein Getöse ge-  
 hört, aber einige einzelne Stöße von heißer Luft ver-  
 spürt (wovon mehr Beispiele bei Feuermeteoriten, al-  
 lem Ansehen nach durch Wärmeentwicklung vermöge  
 der Compression der Luft, vorhanden sind). Aus der  
*Zeitung von Barcelona im Journal du Commerce* vom  
 20. Sept. 1826.

1826, den 3. August, um 5 Uhr Abends, sah man  
 zu *Frankenstein* (in Schlefien) bei Tageslicht eine  
 Feuerkugel von Vollmondsgröße in einer Höhe von  
 20° von SW nach NO gehen. *Hertha* B. 5. H. 3. S. 223.

An demselben Tage, Abends gegen 10½ Uhr, sah  
 man in der Gegend um Leipzig (bei *Lützschena*) eine  
 Feuerkugel, die durch das Zenith von ONO nach  
 WSW ging. Sie ward in einer Höhe von etwa 60°  
 sichtbar, und verschwand in einer Höhe von ungefähr  
 20°. Sie zog einen 20° bis 25° langen Schweif nach  
 sich. Das Licht der Kugel war weiß und stark glän-  
 zend; der Schweif von derselben Farbe; er zeigte kei-  
 ne schlängelnde Bewegung, und blieb nach dem Ver-  
 schwinden der Kugel noch einige Augenblicke sicht-  
 bar. Die Dauer der ganzen Erscheinung betrug kaum  
 2 Sekunden. Der Himmel war völlig wolkenleer.  
 Mehrere Sternschnuppen waren in derselben Gegend  
 und in ähnlicher Richtung vorausgegangen; andere

folgten in verschiedenen Richtungen und Zeitabständen nach. (Mitgetheilt von Herrn Doctor Schulz in Halle.)

1826, den 8. August, zu *Odensee* eine Feuerkugel von der scheinbaren Grösse des Vollmondes. *Hamburger Correspondent*, No. 132, vom 19. August.

1826, den 11. August, gegen 4 Uhr Nachmittags, zeigte sich bei *Halle* am südlichen Himmel, in einer Höhe von  $40^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  eine, ungeachtet des hellen Mondscheins, sehr stark glänzende Feuerkugel von weissem Lichte. Sie ward zwischen zwei Wolken sichtbar, welche weder den Anfang noch das Ende der Erscheinung beobachten ließen. Die Bewegung ging scheinbar senkrecht herunter, und war nicht schnell. Der Himmel war wolkig, und nach der Westseite war ein Gewitter.

1826, den 4. September, um 8 Uhr Abends, bei *Halle* eine Feuerkugel bei völlig heiterem Himmel, ward von der Weintraube aus bei Halle gesehen. Sie ward sichtbar bei dem Sterne Scheat ( $\eta$ ) des Pegasus, und ging in einer scheinbar geraden Richtung ungefähr bis zum Fornahant oder  $\alpha$  des südlichen Fisches. Das Licht war weis, schien aber bald gelblich zu werden. Die Kugel zog einen weissen Schweif nach sich, fast so lang, als die ganze sichtbare Bahn. Die Erscheinung dauerte noch keine volle Sekunde.

1826, den 6. September, um 10 Uhr Abends, eine Feuerkugel zwischen *Halle* und *Könnern*, unfern des Posthorns, gesehen, am westlichen Himmel. Eine gute Minute darauf ward ein Knall aus der Gegend der Erscheinung gehört. Weitere Nachrichten sind nicht vorhanden. (Die drei letztern Nachrichten sind von Herrn Doctor Schulz in Halle mitgetheilt.)

1826, den 13. September, um  $5\frac{1}{2}$  Uhr Morgens, zu *Bordeaux* ein Feuermeteor, kam von O, ging nach SW, verbreitete, ungeachtet der Helligkeit des Tages, viel Licht. Man würde es für eine funkenwerfende Rakete gehalten haben, wenn es nicht von oben herabgekommen wäre. *Journal du Commerce*, und *Constitutionnel* vom 18. Sept. 1826.

Es scheint, als ob solche Meteore seit ein Paar Monaten sich wieder etwas häufiger zu zeigen anfangen, wie ich denn auch an einigen Abenden des Augusts viele Sternschnuppen bemerkt habe.

*Chladni.*

## V.

*Ueber die KrySTALLISATION des Kupfervitriols, nebst  
allgemeinen Bemerkungen über das ein- und ein-  
gliedrige oder tetartoprismatische System;*

von

A. F. KUPFFER, Professor zu Kasan.

Unter allen KrySTALLformen, die mit so mannichfaltiger Ausbildung in der unorganischen Welt auftreten, sind diejenigen, die wir unter dem Namen des ein- und eingliedrigen Systems nach Weiss, oder des prismatischen Systems mit tetartoprismatischen Combinationen, nach Mohs, begreifen, und denen Haüy ein unregelmäßiges Parallelepiped zur Grundform giebt, am wenigsten bearbeitet worden. Diese Formen kommen selten vor, genaue Messungen ihrer Winkel sind schwierig, und der Zusammenhang, der unter den Winkeln Statt findet, ist hier verwickelter als irgendwo, indem die Natur bei ihnen die einfachen Gesetze der Symmetrie ganz aufgegeben zu haben scheint.

Alle krystallographischen Theorien drehen sich um zwei Hauptpunkte, um die Wahl der Grundformen, und um die Ableitung der secundären Flächen aus denselben. Dabei darf das Grundgesetz aller krySTALLinischen Bildung nicht aus den Augen verloren werden, daß nämlich die secundären Flächen die Seitenlinien der Grundform in rationalen Verhältnissen schneiden. Dieser Grundsatz ist zuerst von Haüy an der Natur selbst erwiesen worden, und hat bis jetzt

keinen Widerspruch gefunden. Haüy ist auch der Einzige gewesen, der eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung gegeben hat, die von den Anhängern der Atomistik allerdings für richtig gehalten werden muß, weil sie die Erscheinung vollständig erklärt. Alle späteren kryсталlographischen Theorien, mit wie vielem Scharfsinn sie auch entwickelt, und wie sehr sie auch das kryсталlographische Studium klarer und deshalb zugänglicher gemacht haben mögen, sind doch nur Ansichten, die diesen von Haüy erwiesenen Grundsatze schon stillschweigend in sich fassen, und keineswegs dazu dienen sollen, ihn von Neuem zu beweisen, sondern ihn durch neue Beobachtungen zu bestätigen.

Haüy folgt bei der Wahl seiner Grundformen dem blättrigen Bruche, ohne jedoch, in den Fällen, wo der Blätterdurchgänge zu viele oder zu wenige sind, um eine einfache Form begrenzen zu können, von dem Vorwurf der Willkürlichkeit ganz freigesprochen werden zu können. Seine Grundformen sind so beschaffen, daß entweder alle Flächen zu drei oder vier sich in zwei entgegengesetzten Punkten der Axe vereinigen, oder daß vier oder sechs Flächen der Axe parallel gehen, und von zwei andern, die wieder untereinander parallel sind, durchschnitten werden. Zu der ersten Abtheilung gehören das Rhomboëder, und die verschiedenen Octaëder: bei ihnen braucht man nur einen oder mehrere Winkel zu wissen, um alle übrigen Stücke berechnen zu können. Die zweite Abtheilung begreift die verschiedenen Prismen, bei denen man das Verhältniß der Längen der Seiten wissen muß, um ihre übrigen Stücke zu berechnen.

Nun hat aber Haüy zugleich gezeigt, daß, wenn man den blättrigen Bruch einen Augenblick aus der Acht lassen will, man für jedes Prisma ein Octaëder, und für jedes Octaëder ein Prisma als Grundform substituiren, für das regelmäßige sechsseitige Prisma aber ein Rhomboëder oder ein Dihexaëder setzen kann. So bleibt es unserer Wahl freigestellt, überall ein Octaëder oder Rhomboëder, oder überall ein Prisma als Grundform anzuerkennen; und man sieht, wie einfach dann die Lehre von den Grundformen wird. Die Wahl zwischen dem Octaëder und Prisma ist nicht schwer. Die Natur beobachtet bei der Bildung der Krystalle nur die Verhältnisse der Winkel, nicht aber die Verhältnisse der Seiten, so daß man die ersten unmittelbar aus der Beobachtung schöpfen kann, während man die letztern erst aus den ersteren berechnen muß. Aus diesem Grunde wird das Octaëder, bei welchem man nur die Winkel anzugeben braucht, um es vollkommen zu bestimmen, immer den Vorzug behalten, und es ist nur der unvollkommenen Haüy'schen Rechnungsmethode, die immer gezwungen ist, auf Dimensionen zurückzugehen, zuzuschreiben, daß die Octaëder nicht schon längst die Prismen aus der Zahl der Grundformen verdrängt haben.

So reduciren sich alle KrySTALLbildungen auf zwei Grundformen, das Rhomboëder und das Octaëder. Diese Ansicht haben Weiß und Mohs zuerst aufgestellt. Der Unterschied der Grundansichten dieser beiden großen Krystallographen Deutschlands zeigt sich erst in der Behandlung des zwei- und eingliedrigen Systems oder des prismatischen Systems mit hemiprismatischen Combinationen.

Haüy hat für dieses System, das Weiss mit einem eignen Namen belegt hat, 'das zwei- und eingliedrige System, zwei Grundformen aufgeführt, nämlich das schiefe Prisma mit rhombischer oder rectangulärer Basis, und das gerade Prisma mit rhomboëdischer Basis. Obgleich das gerade Prisma mit rhomboëdischer Basis, wenn man eine seiner Seitenflächen zur Basis macht, zu einem schiefen Prisma mit rectangulärer Basis wird, so sind diese beiden Formen doch sorgfältig von einander zu unterscheiden. Haüy giebt nämlich seinem schiefen Prisma immer solche Dimensionsverhältnisse, daß eine Linie, aus der vordern obern Ecke nach der untern hintern gezogen, senkrecht auf die Axe des Prismas ist. Diefs ist bei demjenigen schiefen Prisma mit rectangulärer Basis, welches Haüy als gerades Prisma mit rhomboëdischer Basis ansieht, nicht der Fall, und man kann für dasselbe auch kein anderes Prisma substituiren, welches diese Eigenschaft hätte, ohne die Winkel zu ändern.

Weiss, der alle Flächen auf drei Axen bezieht, sieht hier wieder lauter Octaëder, deren Zulässigkeit schon Haüy angedeutet hat; aber er geht noch einen Schritt weiter; indem er keine andere Axen, als rechtwinklige, zulassen will, ist er gezwungen, die Dimensionen des geraden Prismas mit rhomboëdischer Basis so abzuändern, daß hier ebenfalls eine Ebene, durch zwei gegenüberliegende Seitenkanten gezogen, senkrecht auf eine von den Seitenflächen des Prismas sey; oder er muß aus dem geraden Prisma mit rhomboëdischer Basis ein schiefes Prisma mit rectangulärer Basis, in der von Haüy angenommenen Bedeutung dieses Namens, machen.

Mohs kehrt zur Häüyschen Ansicht wieder zurück, indem er sein prismatisches System mit hemiprismatischen Combinationen in zwei Abtheilungen bringt; in die erste Abtheilung bringt er die Octaëder mit rhombischer Basis, deren Axe senkrecht auf die Basis ist; in die zweite diejenigen, bei welchen die Axe einen schiefen Winkel mit der Basis macht; indem er den Winkel, welchen die Axe mit einer Linie macht, die rechtwinklig mit der Basis ist, mit dem Namen „Abweichung“ belegt, setzt er bei den Octaëdern der ersten Abtheilung die Abweichung  $= 0$ , bei den Octaëdern der zweiten Abtheilung hingegen giebt er die Gröfse der Abweichung an. In diesem Punkte sind also die Weifs'schen und Mohs'schen Ansichten ganz von einander verschieden; die Mohs'schen schliefsen sich ganz an die Häüy'schen an, und sind von ihnen nur in der Wahl der Grundform verschieden, die indess auch Häüy freigelassen hat. Die Rechnung, mit denselben Elementen nach den Ansichten von Mohs oder von Häüy geführt, giebt durchaus dasselbe Resultat; die Winkel, die diese beiden Beobachter gefunden haben, wenn auch untereinander verschieden, genügen beiden Ansichten auf gleiche Weise, während Weifs ihre Beobachtungen etwas modificiren mufs, um seine Ansichten geltend machen zu können. Mohs und Häüy müssen in dieser Abtheilung der Krystallformen, nämlich bei den Octaëdern mit Abweichung oder bei den geraden Prismen mit rhomboëdrischer Basis, wenigstens drei Winkel wissen, um aus ihnen die übrigen Stücke der Grundform zu berechnen, während nach der Weifs'schen Ansicht zwei Winkel dazu hinreichend sind.

Das Urtheil über die Richtigkeit einer von diesen Hypothesen liegt also nicht mehr im Belange des reinen Nachdenkens, sondern die Beobachtungen selbst (und zwar sehr sorgfältige Beobachtungen, weil es hier auf kleine Gröfsen ankommt) müssen entscheiden. So lange uns diese Beobachtungen noch fehlen, wird es gut seyn, sie durch theoretische Betrachtungen vorzubereiten, damit man sehe, worauf es eigentlich dabei ankommt; und dazu soll die folgende Darstellung dienen.

Erst müssen wir uns klar machen, was, mit mathematischem Blick angesehen, wir eigentlich unter Axen verstehen; denn dafs diese Axen keine blofse Coordinaten - Axen sind, auf welche man die Ebenen der Krystalle bezieht, wird schon daraus klar, dafs man zuzugeben gezwungen ist, es könne Fälle geben, wo man die Axen nicht rechtwinklig nehmen kann, da die Winkel der Coordinatenaxen doch immer ganz willkürlich sind.

Haüy hat als Grundsatz aufgestellt und bewiesen, dafs die Seitenlinien der Grundformen alle in rationalen und einfachen \*) Verhältnissen von den secundären Flächen geschnitten werden; diese Eigenschaft will man nun in den Axen wiederfinden, und findet sie in

\*) Ich sage rational und einfach, weil, da die Beobachtung nie über sehr kleine Unterschiede entscheiden kann, man hier für jede irrationale Gröfse immer eine ihr sehr nahe kommende zusammengesetzte rationale Zahl setzen könnte, ohne der Erfahrung zu widersprechen. In diesem Sinne sind sehr zusammengesetzte Zahlen als irrationale zu betrachten, und deshalb da nicht zulässig, wo blofs rationale Zahlen angenommen werden müssen.



denjenigen wieder, die entweder den Seitenlinien zur Grundform parallel laufen, oder durch ihre gegenüberliegenden Ecken gehen; es sollen demnach nur solche Linien als Axen angesehen werden, die von den secundären Flächen in rationalen Verhältnissen geschnitten werden. Jetzt wollen wir auf eine ganz allgemeine geometrisch-analytische Weise untersuchen, welche Linien überhaupt als Axen dienen können.

Es seyen

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} = 0$$

$$A_{(2)}x + B_{(2)}y + C_{(2)}z + D_{(2)} = 0$$

etc.

die Gleichungen mehrerer Krystallebenen, auf Coordinatenaxen bezogen, deren Winkel  $\lambda, \mu, \nu$  sind; und zwar so, daß:

$$A = m A_{(1)} = n A_{(2)} = \text{etc.}$$

$$B = m' B_{(1)} = n' B_{(2)} = \text{etc.}$$

$$C = m'' C_{(1)} = n'' C_{(2)} = \text{etc.}$$

wo  $m, m', m'', n, n', n''$  etc. rationale Zahlen bedeuten, wie  $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, 3, 4$  etc.

Es sey ein Punkt gegeben, dessen Coordinaten seyen  $x', y', z'$ . Durch diesen Punkt gehen drei Linien, die uns als drei neue Coordinatenaxen dienen sollen; deren Gleichungen seyen folgende:

$$(I) \left\{ \begin{array}{l} c(x-x') + a(z-z') = 0 \\ c(y-y') + b(z-z') = 0 \end{array} \right\} \text{Gleichung der neuen Axe der } z.$$

$$(II) \left\{ \begin{array}{l} c'(x-x') + a'(z-z') = 0 \\ c'(y-y') + b'(z-z') = 0 \end{array} \right\} \text{Gleichung der neuen Axe der } x.$$

$$(III) \left\{ \begin{array}{l} c''(x-x') + a''(z-z') = 0 \\ c''(y-y') + b''(z-z') = 0 \end{array} \right\} \text{Gleichung der neuen Axe der } y.$$

Es seyen nun  $x'', y'', z''$  die Coordinaten des

Durchschnittspunktes der ersten Krystallebene mit der neuen Axe der  $z$ ;  $x'''$ ,  $y'''$ ,  $z'''$  seyen die Coordinaten des Durchschnittspunktes derselben Ebene mit der neuen Axe der  $x$ , und  $x^{iv}$ ,  $y^{iv}$ ,  $z^{iv}$  die Coordinaten des Durchschnittspunktes der Ebene mit der neuen Axe der  $y$ ; so müssen diese Coordinaten den Gleichungen der Linien, in welchen diese Durchschnittspunkte liegen, und zugleich der Gleichung der ersten Krystallebene, Genüge leisten. Wir haben also für den ersten Durchschnittspunkt

$$c(x'' - x') + a(z'' - z') = 0$$

$$c(y'' - y') + b(z'' - z') = 0$$

$$Ax'' + By'' + Cz'' + D = 0$$

Aus der Combination dieser drei Gleichungen kann man  $x''$ ,  $y''$ , und  $z''$  finden. Man findet nämlich:

$$x'' = \frac{(Cc - Bb)x' + Ba y' + Ca z' + Da}{Cc - Aa - Bb}$$

$$y'' = \frac{(Cc - Aa)y' + Ab x' + Cb z' + Db}{Cc - Aa - Bb}$$

$$z'' = - \frac{(Bb + Aa)z' + Bc y' + Ac x' + Dc}{Cc - Aa - Bb}$$

Wenn man in diesen Ausdrücken  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  für  $a$ ,  $b$ ,  $c$  substituirt, so hat man die Werthe von  $x'''$ ,  $y'''$ ,  $z'''$ ; setzt man  $a''$ ,  $b''$ ,  $c''$  für  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , so hat man die Werthe von  $x^{iv}$ ,  $y^{iv}$ ,  $z^{iv}$ .

Die Länge der neuen Axe der  $z$ , von der neuen Coordinaten Anfangspunkte, dessen Coordinaten  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  sind, an, bis zu dem Durchschnittspunkte der ersten Ebene mit dieser Axe, dessen Coordinaten  $x''$ ,  $y''$ ,  $z''$  sind, ist, wenn wir sie mit  $p$  bezeichnen, nach einer Formel, die ich als bekannt voraussetze-

zen kann, und die überdiess nicht schwer zu entwickeln ist: \*)

$$p = \sqrt{\left( (x''-x')^2 + (y''-y')^2 + (z''-z')^2 + 2(x''-x')(y''-y')\cos\lambda \right. \\ \left. + 2(x''-x')(z''-z')\cos\mu + 2(y''-y')(z''-z')\cos\nu \right)}$$

Eben so die Länge  $q$  der neuen Axe der  $x$ , von dem Anfangspunkte der neuen Coordinatenaxen an, bis zum Durchschnittspunkte der ersten Ebene mit dieser Axe:

$$q = \sqrt{\left( (x'''-x')^2 + (y'''-y')^2 + (z'''-z')^2 + 2(x'''-x')(y'''-y')\cos\lambda \right. \\ \left. + 2(x'''-x')(z'''-z')\cos\mu + (y'''-y')(z'''-z')\cos\nu \right)}$$

und eben so dasselbe Stück auf der neuen Axe der  $y$ :

$$r = \sqrt{\left( (x^{iv}-x')^2 + (y^{iv}-y')^2 + (z^{iv}-z')^2 + 2(x^{iv}-x')(y^{iv}-y')\cos\lambda \right. \\ \left. + 2(x^{iv}-x')(z^{iv}-z')\cos\mu + 2(y^{iv}-y')(z^{iv}-z')\cos\nu \right)}$$

Substituirt man diesen Gleichungen die oben gefundenen Werthe von  $x'', y'', z'', x''', y''', z''', x^{iv}, y^{iv}, z^{iv}$ , so bekommt man, wenn man  $Ax' + By' + Cz' + D$  mit  $K$  bezeichnet, und

$$Cc - Bb - Aa = N$$

$$Cc' - Bb' - Aa' = N'$$

$$Cc'' - Bb'' - Aa'' = N''$$

setzt, folgende Werthe von  $p, q, r$ :

$$p = \frac{K}{N} \sqrt{\left( a^2 + b^2 + c^2 + 2ab\cos\lambda - 2ac\cos\mu - 2bc\cos\nu \right)}$$

$$q = \frac{K}{N'} \sqrt{\left( a'^2 + b'^2 + c'^2 + 2a'b'\cos\lambda - 2a'c'\cos\mu - 2b'c'\cos\nu \right)}$$

$$r = \frac{K}{N''} \sqrt{\left( a''^2 + b''^2 + c''^2 + 2a''b''\cos\lambda - 2a''c''\cos\mu - 2b''c''\cos\nu \right)}$$

\*) Hier ist  $\lambda$  der Winkel der Axe der  $x$  mit der Axe der  $y$ ,  $\mu$  der Winkel der Axe der  $x$  mit der Axe der  $z$ , und  $\nu$  der Winkel der Axe der  $y$  mit der Axe der  $z$ .

Wenn man in den Werthen von  $K, N, N', N''$ ,  $A_{(1)}$  für  $A$ ,  $B_{(1)}$  für  $B$ ,  $C_{(1)}$  für  $C$  und  $D_{(1)}$  für  $D$  setzt, so haben wir die Stücke der neuen Coordinatenachsen, von ihrem gemeinschaftlichen Durchschnittspunkte an, bis zu dem Punkte, wo sie von der zweiten Ebene geschnitten werden, deren Gleichung

$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} = 0$$

ist. Bezeichnet man diese Stücke mit  $p_{(1)}, q_{(1)}, r_{(1)}$ , und das, was aus  $K, N, N', N''$  wird, wenn man in deren Ausdrücken  $A_{(1)}$  für  $A$ ,  $B_{(1)}$  für  $B$ ,  $C_{(1)}$  für  $C$  und  $D_{(1)}$  für  $D$  setzt, mit  $K_{(1)}, N_{(1)}, N'_{(1)}, N''_{(1)}$ , so hat man

$$p_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N_{(1)}} \cdot \sqrt{(a^2 + b^2 + c^2 + 2ab \cos \lambda - 2ac \cos \mu - 2bc \cos \nu)}$$

$$q_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N'_{(1)}} \cdot \sqrt{(a'^2 + b'^2 + c'^2 + 2a'b' \cos \lambda - 2a'c' \cos \mu - 2b'c' \cos \nu)}$$

$$r_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N''_{(1)}} \cdot \sqrt{(a''^2 + b''^2 + c''^2 + 2a''b'' \cos \lambda - 2a''c'' \cos \mu - 2b''c'' \cos \nu)}$$

Nun soll die Lage der neuen Coordinatenachsen so beschaffen seyn, daß sie von den Krystallebenen in rationalen Verhältnissen geschnitten werden, daß also

$\frac{q_{(1)}}{p_{(1)}} : \frac{q}{p}, \frac{r_{(1)}}{p_{(1)}} : \frac{r}{p}, \frac{r_{(1)}}{q_{(1)}} : \frac{r}{q}$  rationale Größen seyen. Es

ist aber nach dem Obigen

$$\frac{q_{(1)} \cdot p}{p_{(1)} \cdot q} = \frac{N' \cdot N_{(1)}}{N'_{(1)} \cdot N}$$

$$\frac{r_{(1)} \cdot p}{p_{(1)} \cdot r} = \frac{N'' \cdot N_{(1)}}{N''_{(1)} \cdot N}$$

$$\frac{r_{(1)} \cdot q}{q_{(1)} \cdot r} = \frac{N'' \cdot N'_{(1)}}{N''_{(1)} \cdot N'}$$

Wenn man also diese rationale Größen mit  $v, v', v''$  bezeichnet, und für  $N, N', N'', N_{(1)}, N'_{(1)}, N''_{(1)}$  ihre

Werthe substituirt, so haben wir folgende drei Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{(Cc' - Bb' - Aa') \cdot (C_{(1)}c - B_{(1)}b - A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c' - B_{(1)}b' - A_{(1)}a') (Cc - Bb - Aa)} &= v \\ \frac{(Cc'' - Bb'' - Aa'') (C_{(1)}c - B_{(1)}b - A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c'' - B_{(1)}b'' - A_{(1)}a'') (Cc - Bb - Aa)} &= v' \\ \frac{-(Cc'' - Bb'' - Aa') (C_{(1)}c' - B_{(1)}b' - A_{(1)}a')}{(C_{(1)}c'' - B_{(1)}b'' - A_{(1)}a'') (Cc' - Bb' - Aa')} &= v'' \end{aligned} \right\} \text{ (II)}$$

Das sind die Bedingungsgleichungen, welche erfüllt seyn müssen, damit Linien, deren Gleichungen

$$\begin{aligned} &\begin{cases} c(x' - x) + a(z' - z) = 0 \\ c(y' - y) + b(z' - z) = 0 \end{cases} \\ &\begin{cases} c'(x' - x) + a'(z' - z) = 0 \\ c'(y' - y) + b'(z' - z) = 0 \end{cases} \\ &\begin{cases} c''(x' - x) + a''(z' - z) = 0 \\ c''(y' - y) + b''(z' - z) = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

sind, und welche durch denselben Punkt gehen, von Ebenen, deren Gleichungen

$$\begin{aligned} Ax + By + Cz + D &= 0 \\ A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} &= 0 \end{aligned}$$

sind, so geschnitten werden, daß die Verhältnisse der Stücke, welche zwischen dem Durchschnittspunkte der Linien und den Durchschnittspunkten der ersten Ebene mit diesen Linien enthalten sind, sich rational verhalten zu den gleichnamigen Verhältnissen der Stücke, welche zwischen dem Durchschnittspunkte der Linien und den Durchschnittspunkten der zweiten Ebene mit diesen Linien enthalten sind.

Diese Bedingungsgleichungen werden von allen Linien erfüllt, die aus dem Durchschnitt anderer Ebenen desselben Krystalls entstehen.

Denn es seyen

$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} = 0$$

$$A_{(3)}x + B_{(3)}y + C_{(3)}z + D_{(3)} = 0$$

$$A_{(4)}x + B_{(4)}y + C_{(4)}z + D_{(4)} = 0$$

drei andere Ebenen desselben Krystalls, deren Durchschnittslinien ebenfalls durch die Gleichungen (I) gegeben seyen, so ist, nach einem bekannten Satze aus der analytischen Geometrie der Ebenen:

$$c' \cdot a = A_{(3)}B_{(1)} - A_{(1)}B_{(3)}$$

$$b = A_{(3)}C_{(1)} - A_{(1)}C_{(3)}$$

$$a = B_{(1)}C_{(3)} - B_{(3)}C_{(1)}$$

$$c' = A_{(4)}B_{(1)} - A_{(1)}B_{(4)}$$

$$b' = A_{(4)}C_{(1)} - A_{(1)}C_{(4)}$$

$$a' = B_{(1)}C_{(4)} - B_{(4)}C_{(1)}$$

$$c'' = A_{(5)}B_{(4)} - A_{(4)}B_{(5)}$$

$$b'' = A_{(5)}C_{(4)} - A_{(4)}C_{(5)}$$

$$a'' = B_{(4)}C_{(5)} - B_{(5)}C_{(4)}$$

Also:

$$Ca = A_{(5)}B_{(1)}C - A_{(1)}B_{(5)}C$$

$$Bb = A_{(5)}C_{(1)}B - A_{(1)}C_{(5)}B$$

$$Aa = B_{(1)}C_{(5)}A - B_{(5)}C_{(1)}A$$

$$Cc' = A_{(4)}B_{(1)}C - A_{(1)}B_{(4)}C$$

und so fort.

Da nun bei allen Krystallebenen die Coëfficienten  $A, B, C, A_{(1)}, B_{(1)}, C_{(1)}, A_{(3)}, B_{(3)}, C_{(3)}$  etc. sich rational zu einander verhalten, oder die Verhältnisse

$$\frac{A}{A_{(1)}}, \frac{A}{A_{(3)}}, \frac{A}{A_{(5)}} \text{ etc.}; \quad \frac{B}{B_{(1)}}, \frac{B}{B_{(3)}}, \frac{B}{B_{(5)}} \text{ etc.}; \quad \frac{C}{C_{(1)}}, \frac{C}{C_{(3)}} \text{ etc.}$$

rationale Gröſsen sind, so kann man den Werthen

von  $Cc$ ,  $Bb$ ,  $Aa$ ,  $Cc'$ ,  $Bb'$ ,  $Aa'$  etc. auch folgende Formen geben :

$$Cc = f \cdot ABC$$

$$Bb = g \cdot ABC$$

$$Aa = h \cdot ABC$$

$$Cc' = i \cdot ABC$$

$$Bb' = k \cdot ABC$$

etc.

wo  $f$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $i$ ,  $k$  etc. wieder rationale Größen sind.

Setzt man diese Werthe in die obigen Bedingungsgleichungen (II), so bekommt man wieder rationale Größen; die Bedingungsgleichungen werden also von diesen Linien erfüllt. Dies giebt uns folgenden allgemeinen Lehrsatz: Alle Durchschnittslinien der Flächen, die an einem Kry stall vorkommen können, und vorkommen, werden von diesen Flächen in rationalen Verhältnissen geschnitten, und können als Axen für dieselben dienen. Es versteht sich von selbst, daß man den Flächen eine solche Lage geben muß, daß sie sich in einem Punkte durchschneiden; dies ist immer möglich, denn man kann für jede Kry stallebene eine ihr parallele substituiren, ohne daß darum die Formeln eine Aenderung erlitten.

Alle in einem Flächensystem möglichen Linien können also als Axen dienen; man hat nur diejenigen auszuwählen, welche sich am einfachsten zur Gesamtheit der Flächen verhalten. Finden sich unter diesen Linien drei, die rechte Winkel mit einander machen, so kann man rechtwinklige Axen annehmen; und da in jedem Flächensystem immer Linien möglich seyn werden, die dieser Forderung wenigstens

sehr nahe entsprechen, so können allerdings nur sehr genaue Beobachtungen fähig seyn, die Weifsische Ansicht zu widerlegen.

Bei jedem Flächensystem, in welchem eine rechtwinklige Säule mit gerade angeetzter Endfläche vorkommt, oder vorkommen kann, werden drei rechtwinklige Linien schon an den äußern Umrissen der eben genannten Form sichtbar, und hier ist also die Weifsische Ansicht vollkommen zulässig, wie beim Augit. Das beste Kennzeichen nimmt man aber von der Neigung der schiefen Endflächen gegen die Axe her. Wo das schiefe Octaëder mit rhombischer Basis, welches keine rechtwinkligen Dimensionen zulässt, die Grundform ist, stehen die Tangenten der Axen-Neigungen der Endflächen, deren Durchschnittslinien rechte Winkel mit der Axe machen (oder die in derselben horizontalen Zone liegen), in keinem rationalen und einfachen Verhältniß gegen einander; oder alle möglichen Kanten, die in derselben, durch die Axe gehenden, Ebene liegen, sind so beschaffen, daß die Tangenten ihrer Neigungen gegen die Axe sich rational zu einander verhalten. Man braucht also nur z. B. die Neigung einer vordern und einer hintern Endkante oder Endfläche gegen die Axe zu wissen, und zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die Tangenten dieser Winkel zu einander stehen.

In sofern, wie wir eben bewiesen haben, daß jede Axe eines Krystalls auch äußerlich als Kante auftreten kann, kann man das Complement zu dem Winkel, welchen Mohs Abweichung nennt, zu  $90^\circ$ , als die Neigung einer Endkante gegen die Axe ansehen. Wenn also das Product der Cotangente der Abwei-



chung und der Cotangente der Neigung irgend einer vordern oder hintern Endkante gegen die Axe eine rationale und einfache Gröſſe iſt, ſo iſt ein gerades Octaëder als Grundform zuläſſig. Es wird hier nicht am unrechten Orte ſeyn, die Fossilien aus dieſem Kryſtallificationsſyſtem, denen Mohs eine Abweichung giebt, zuſammenzuſtellen, und zu unterſuchen, in wiefern die Meſſungen der Weiſſiſchen Anſicht (daß die Abweichung überall gleich Null geſetzt werden könne) günſtig ſeyen oder nicht.

Für den *Epidot* glaube ich durch meine eigenen Meſſungen hinlänglich bewieſen zu haben, daß ein gerades Octaëder zuläſſlich iſt; denn ich fand, wenn man eine den Flächen  $n$  parallele Linie als verticale Axe annimmt (dieſe iſt es, welcher Mohs eine Abweichung von  $33'$  giebt), daß die Fläche  $M$  unter  $63^{\circ} 47',5$ ; die Fläche  $T$  aber unter  $50^{\circ} 38'$  gegen dieſe Axe geneigt ſey: das Verhältniß der Tangenten dieſer Winkel iſt  $1,66673$ , welches der Zahl  $1,666666 \dots$  oder  $\frac{2}{3}$  ſo nahe kommt, als man nur wünſchen kann.

Für den *Sphen* verweiſe ich auf die Arbeit von Rose, der ſeine Formen ebenfalls auf ein gerades Octaëder reducirt hat.

Beim *Euklas* fand ich die Neigung von  $f$  zu  $T = 127^{\circ} 7'$ , die Neigung von  $s$  zu  $T = 122^{\circ} 35'$ , die Neigung von  $s$  zu  $f = 139^{\circ} 59',5$  \*). Berechnet man hieraus die Neigung der vordern Endkante, welche

\*) Die Bezeichnungen der Kryſtallflächen ſind dieſelben, die Haüy in der 2ten Ausgabe ſeines Handbuchs der Mineralogie gebraucht hat.

vom Durchschnitt der Flächen  $f, f$  gebildet wird, gegen die Axe, und hierauf die Neigung zweier hypothetischer Octaëderflächen, die sich in derselben Endkante schneiden, und die auf die Säulenflächen  $s, s$  gerade aufgesetzt sind, so findet man, daß die Tangente der Hälfte dieser letztern Neigung sehr nahe  $\frac{3}{2}$  Mal so groß ist, als die Tangente der halben Neigung von  $f$  zu  $f$ ; so nahe, daß, wenn man umgekehrt aus diesem Verhältniß und den Neigungen von  $f$  zu  $f$  und  $s$  zu  $s$  die Neigung von  $f$  zu  $s$  berechnet, man diese letztere gleich  $140^\circ 5'$  findet, so daß also Rechnung und Beobachtung nur um  $5',5$  von einander abweichen. Man sieht also, daß man dem Euklas auch ein gerades Octaëder (dessen Flächen auf die geraden Abstumpfungen der Basiskanten gerade aufgesetzt sind) zur Grundform geben kann.

Bei den übrigen Substanzen, die zu diesem System gehören, will ich Mohs's eigne Angaben der Rechnung zum Grunde legen.

Beim *Glauberfals* ist das Product der Cotangenten der Abweichung und der Neigung der vordern Endkante gegen die Axe gleich 1,2215 also sehr nahe 1,25 oder  $\frac{5}{4}$ .

Beim *Glauberit* ist die Neigung von  $f$  zu  $f = 120^\circ 22'$ , die halbe Neigung von  $M$  zu  $M = 40^\circ 3'$ , Die Neigung von  $M$  zu  $P = 104^\circ 28'$ . Bezeichnet man den ersten Winkel mit  $B$ , den zweiten mit  $g$ , den dritten mit  $C$ , den halben ebenen Winkel aber, den die Basiskanten des schiefen Octaëders vorn mit einander machen, (oder die halbe Neigung der Kanten  $D, D$ ) mit  $\gamma$ , so findet man leicht, vermöge der Formel

$$\cos \gamma = \frac{\cos g}{\sin C}$$

erst  $\gamma = 37^\circ 45',8$ , dann, indem man die Neigung der Endkante, die die Flächen  $f$  mit einander bilden, gegen die Axe mit  $r$ , und die Abweichung  $= 22^\circ 49'$  mit  $\alpha$  bezeichnet, vermöge der Formel

$$\cos (r + \alpha) = \frac{\tan \gamma}{\tan \frac{1}{2}B} :$$

$r = 40^\circ 49',6$ . Nun ist aber  $\cot r \cdot \cot \alpha = 2,7515$ , also sehr nahe 2,75 oder  $\frac{11}{4}$ .

Beim *Eisenvitriol* ist die Neigung von  $s$  zu  $s$  oder  $B = 101^\circ 35'$ , die Abweichung  $\alpha = 14^\circ 20'$ , die halbe Neigung von  $P$  zu  $P$  oder  $g = 41^\circ 10',5$ , die Neigung von  $P$  zu  $P'$  endlich oder  $C = 99^\circ 23'$ . Man findet durch die eben angeführten Formeln erst  $\gamma = 40^\circ 16',7$ , dann  $r = 31^\circ 56'$ ; endlich  $\cot r \cdot \cot \alpha = 6,2795$  oder sehr nahe 6,25 oder  $\frac{5}{2}$ .

Nach Mitscherlich's Messung (s. Annales des Mines, Tome IX. p. 148) verhalten sich die Tangenten der Neigungen der vordern und hintern Endfläche gegen die Axe, beim *arseniksauren Ammoniak*, wie 4,92 zu 2 oder sehr nahe wie  $\frac{5}{2}$ .

Dem übrigen zum zwei- und eingliedrigen System gehörigen Fossilien, deren Krystallification hinlänglich bekannt ist, giebt Mohs selbst keine Abweichung: obgleich dies für manche, z. B. für den Gyps, noch nicht hinlänglich bewiesen zu seyn scheint.

(Beschluss im nächsten Heft.)

## VI.

*Ueber das Mosaische Gold der HH. Hamilton und Parker.*

Diese Legirung, welche wegen ihrer äußern Aehnlichkeit mit dem reinen Golde in England viel Aufsehen erregt hat, soll von Hrn. Hamilton schon vor 20 Jahren erfunden seyn, und zwar auf Veranlassung einer Stelle in der heiligen Schrift, weshalb er auch dieser Mischung den Namen: *Mosaic-Gold* (oder *Or-Molu*) gegeben hat. Seitdem hat der Erfinder die Zusammensetzung seiner Legirung verbessert und sich mit Hrn. Parker verbunden, um dieselbe im Großen zu bereiten. Nach einem auf der Insel Wight gemachten Versuche, wo man des Vergleiches halber ein Stück mosaischen Goldes und ein Stück Bronze auf mehrere Wochen der feuchten Meeresluft aussetzte, soll das erstere weit weniger anlaufen als die letztere; daher es denn, weil es zugleich sehr wohlfeil ist, bei Verzierungen aller Art statt der Bronze eine vortheilhafte Anwendung finden kann. Zu solchen Zwecken ist die Legirung auch gleich anfänglich, in dem Schlosse zu Windsor, im Palaste von Buckingham und am Monument von Waterloo, angewandt worden, und dieß mag wohl am meisten dazu beigetragen haben, ihr einen Ruf zu verschaffen, den sie in anderer Hinsicht nicht verdient, da sie ihrer Mischung nach keineswegs neu ist, sondern im Wesentlichen mit dem Prinzmetall zusammentrifft. Die Vorzüge des Mosaischen Goldes scheinen hauptsächlich von dem Verfahren bei seiner Bereitung abzuhängen; die Patentinhaber geben darüber nachstehende Vorschrift: Man nehme gleiche Mengen von *Zink* und *Kupfer* und schmelze sie bei der niedrigsten Temperatur, bei der das Zink noch schmilzt. Nachdem diese durch Umrühren vollkommen mit einander gemischt sind, setze man noch Zink in kleinen Portionen hinzu, so lange, bis die Mischung, durch das Messinggelbe, Purpurrothe, Violette hindurchgegangen, eine völlig weiße Farbe angenommen hat. Diese Farbe ist zur Vollkommenheit des mosaischen Goldes nöthig. Es kann alsdann in die verlangte Form ausgegossen werden und besitzt nach dem Erkalten das Ansehen einer Legirung von Gold und Kupfer. Die größte Kunst bei der Verfertigung des mosaischen Goldes ist: die Temperatur möglichst niedrig zu halten. Geschieht dieß nicht, so verflüchtigt sich ein Theil Zink und man bekommt als Product nur das sogenannte harte Loth. Dieserwegen wird der Charakter des mosaischen Goldes auch leicht durchs Umschmelzen verändert. Es besteht übrigens aus 100 Thl. Kupfer und 52 bis 55 Thl. Zink. (Nach dem Edinb. Journ. of Sc. N. X. p. 344. Ferussac Bullet. Sc. techn. T. V. 283. VI. 86.)

## VII.

*Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath-  
Grammit's und Beschreibung des Oligoklas, einer  
neuen Spezies desselben;*

von

AUGUST BREITHAUP T.

1.

Neueste Geschichte der Feldspathe.

In der wahren Kenntniß um die Vielfältigkeit des Feldspaths hat Herr Dr. Gustav Rose \*) die Bahn gebrochen. Er unterschied bekanntlich vier Spezien: Feldspath, Albit, Labrador, Anorthit. Er über sah aber das Symmetrie-Gesetz seiner ersten Spezies, indem er dieselbe noch hemiëdrisch nahm, da sie doch so gut wie die andern tetartoëdrisch ist, was ich in meiner im Frühjahr 1813 erschienenen zweiten Auflage der vollständigen Charakteristik des Mineral-Systems bewiesen zu haben glaube, und worauf ich unten bei dem Artikel Orthoklas nochmals kommen werde. Ferner ordnete ich den Petalit zu den Feldspathen, und die Untersuchung der mir zu Gebote stehenden Abänderungen derselben führte mich zu der Entdeckung einer neuen Spezies, des Periklins. Hier auf that Herr Prof. C. G. Gmelin \*\*) die Selbstständigkeit dieser Spezies von der chemischen Seite dar.

\*) Gilbert's Annalen d. Physik 1823. St. 2.

\*\*) Kastner's Archiv der Naturlehre 1824. H. 1.

Ich setze das Resultat seiner Analyse noch mit hieher, da ich dasselbe in einigen seit der Zeit erschienenen Mineralogeen vermisste. Der Periklin von Zöblitz besteht nämlich aus

Kiefelerde	67,9402	enthalten	34,174	Sauerstoff
Thonerde	18,9324	—	8,841	—
Natron	9,9858	—	2,554	—
Kali	2,4116	—	0,409	—
Kalkerde	0,1501			
Eisenoxydul	0,4812			
Glühungsverlust	0,3600			
	<hr/>			
	100,2613			

Die Formel für diese Zusammensetzung ist mithin  $\frac{N}{K} \left\{ S^3 + 3 AS^3 \right\}$ , und wirklich hatte ich eine Verbindung von  $3 AS^3 + x S^3$  oder  $3 AS^3 + \frac{x}{y} S^3$  in meiner Schrift S. 274 vorausgesetzt, wenn  $x$  und  $y$  irgend Alkalien bezeichnen.

Herr BCRath Mohs \*), meine Arbeiten über Feldspathie (so wie fast alle meine mineralogischen Forschungen, die ich nach Schluß der Fortsetzung der Hoffmann'schen Mineralogie dem Publikum übergeben) ignorirend, hat den Orthoklas zwar auch noch hemiëdrisch genommen, obwohl er bei Gelegenheit des Petalits sagt, daß Spaltungsflächen von verschiedener Beschaffenheit nicht zu einer einfachen Form gehören, und obwohl eine solche Verschiedenheit, wie sie seinem  $(Pr + \infty)^3$ , d. i. den Flächen  $T$  und  $L$ , zukommt, noch von keinem mit Wahrheitsliebe forschenden Mineralogen geleugnet worden ist. — Was

\*) Deffen Grundriß der Mineralogie B. II.

ich als Periklin charakterisirt hatte, führt Herr BCRath Mohs  $\frac{1}{2}$  Jahr später als Feldspath von der Saualpe auf. Den Anorthit übergeht er.

Herr Professor Hessel \*) erkennt sowohl meine Zusammenstellung der Feldspathe, als auch die Existenz der einzelnen Spezies an. In seiner Abhandlung finden sich manche interessante Bemerkungen, auf die ich zum Theil hier nochmals kommen werde. Den Namen *Orthoklas* für den Kali-Feldspath vertauscht er jedoch mit dem früher von Häüy in Vorschlag gebrachten *Orthose*, der meines Bedünkens weniger gut klingt. Herr Prof. Hessel sucht ferner *eine* chemische Formel für *alle* Feldspathe, und findet auch eine zweigliedrige. Aber sie ist nicht allein weitschichtig, sondern unter gewissen Umständen bekommt das erste, und unter andern Umständen das zweite Glied den 0 Werth, und der Hauptzweck jeder chemischen Formel, die unmittelbare Anschauung der Art von binären Verbindungen gelit dabei verloren.

## 2. Allgemein krytallographische Bemerkungen.

Durch die Mohs'sche Vorstellung von der tetartoëdrischen Abtheilung des Rhombensystems scheint allerdings die Theorie desselben einer bedeutendern Ausbildung fähig als früher. Indessen was für den Calcul sehr ersprieflich ist, möchte nicht allemal bei der Darstellung des Wirklichen auch nöthig seyn. Und so bleibe ich vor der Hand bei Annahme von Primärformen aus Flächen verschiedenen Werthes und die alle und großentheils stets zu sehen sind, als daß ich

\*) v. Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie, Jahrg. 1826. H. 4.

solche annähme, von denen die Natur gar nichts oder nur zuweilen und sehr untergeordnet den vierten Theil sehen läßt. Es scheint keineswegs *conditio sine qua non* jeder Primärform, daß sie eine einfache Form sey. Da, wo die Systeme eine solche gestatten, ist eine andre Sache. Gewiß aber gewinnt die Betrachtung tetartorhombischer KrySTALLISATIONEN an Einfachheit, wenn man nur solche Flächen zu den Seitenflächen des primären schiefen rhomboëdischen Prisma wählt, welche als die erste Pyramide von unendlich langer Axe erscheinen. Und in sofern construiren ich ferner nicht mehr die Primärform eines Feldspaths aus den Flächen *PMT*, sondern aus denen *PMI*, wobei *P* als schiefe Basis dient und  $T$  und  $I = \infty a : b : c$ .

Ich erlaube mir hierbei mein Glaubensbekenntnis über die *Zahl* der KrySTALLISATIONEN-Systeme, *nota bene* der wirklich existirenden, abzulegen.

Es ist ausgemacht, daß, wenn man das Rhomben-System als Homorhomben-, Hemirhomben- und Tetartorhomben-Systeme unterscheiden will, diese 3 Systeme untereinander gewiß in einer viel größern Verwandtschaft stehen, als die übrigen drei untereinander und zu dem Rhomben-Systeme. In den Tesseral- und Tetragonal-Systemen hat man homoëdrische und hemiëdrische Combinationen; im Hexagonal-Systeme homoëdrische, hemiëdrische und tetartoëdrische. In der That steht aber das Hexagonal-System keinem andern so nahe, als dem Rhomben-Systeme, besonders dann, wenn sich die Winkel der primären Basis  $120^\circ$  und  $60^\circ$  nähern. Ist es doch bekannt genug, wie schwierig die Glimmer nach ihren KrySTALLISATIONEN-Systemen zu unterscheiden sind, und gewiß sind hier



noch die richtigen Erkennungen seltner, als die Verwechslung, wenn, wie es mir immer wahrscheinlicher wird, der meiste Glimmer hemirhombisch oder tetartorhombisch ist. Hat man doch auch den Molybdänglanz allgemein hexagonal genommen, und ich kann ihn nicht anders als für rhombisch erklären. Mit dem Rothzinkerz ist es umgekehrt, das hat man für rhombisch genommen und es ist hexagonal.

Bei diesen Ueberzeugungen und Erfahrungen, und nach Beendigung vieler darauf bezüglichen Messungen, beharre ich in der Annahme von *nur vier Krystallisations-Systemen* und behalte dabei die Analogie, jene glückliche Führerin aller Naturforschung, die Analogie der Systeme in ihren Abtheilungen untereinander.

Nach dieser Vorausschickung komme ich noch auf einen *Unterschied der tetartorhombischen Primärformen*, den ich Unterschied *nach linker und rechter Neigung* nennen will. Stellen wir jedes primär schiefe rhomboëdische Prisma so, daß die lange Diagonale von der linken zur rechten in der Zeichnung horizontal liegt, und daß der stumpfe Winkel, den die brachydiagonale Ebene ( $M$  bei den Feldspathen) mit der schiefen Basis ( $P$ , welche oben nach vorn gekehrt ist) macht, links oben ein stumpfer ist, so entspricht die vollkommnere laterale Spaltungsfläche der Primärform entweder der vorn links oder der vorn rechts liegenden Fläche, nie aber beiden zugleich. Sie liegt links oder am stumpfen Winkel der Flächen  $P$  auf  $M$ , bei Petalit, Periklin, Tetartin, Orthoklas und Oligoklas Fig. 10. Taf. I.; sie liegt rechts oder am scharfen Winkel der nur genannten Flächen bei Labrador und An-

orthit, Fig. 11. Taf. I., wo die Fläche *o* weggelassen wurde, weil ich sie hier nicht als Spaltungsfläche kenne. Dieser Unterschied konnte natürlich nicht gefunden werden, so lange man den Feldspath für hemiëdrisch nahm. — Die Sache läßt sich auch und zwar am angemessensten so darstellen: Bringt man die vollkommenste Spaltungsrichtung von den zweien lateralen *T* und *l* (wenn nach beiden Spaltbarkeit zu bemerken) zur Linken, oder stellt man die laterale Spaltungsrichtung der Primärform (wenn nur eine zu sehen ist (*T*)) links, und die schiefe Basis oben nach vorn; so ist bei Petalit, Periklin, Tetartin, Orthoklas und Bondit die Neigung der Fläche *P* auf *M* links, und bei Labrador und Anorthit rechts. Es giebt also *linksgeneigte* und *rechtsgeneigte* Primärformen, ungerechnet, daß sie oben nach vorn auch noch, also wirklich doppelt, geneigt sind. Hier ist es also nichts mit der Annahme von drei senkrecht aufeinander stehenden Axenrichtungen, diese stehen wirklich nur schief aufeinander.

Es läßt sich nicht leugnen, daß im Rhomben-Systeme das Homoëdrische mit dem Aufrechten, das Hemiëdrische mit dem Gebückten und das Tetartoëdrische mit dem Schiefen des Menschen verglichen werden könne, ohne die Sache ins Lächerliche oder Mystische ziehen, noch weniger, um damit etwas Sonderbares sagen zu wollen. Ich lasse die Sache reden und der Vergleich soll hier nur zur Verdeutlichung dienen, ja *ohne den Vergleich ist die Sache nicht zu erklären*. Dabei würde sich ferner ergeben, daß das Gebückte wohl ohne das Links- oder Rechtsgeneigte, das Schiefe aber nicht ohne das Gebückte Statt finde.

Und so ist es in der That beim Menschen. Dafs sich im Menschen die rechte Seite öfters mehr ausbilde als die linke und daher die rechten hohen Schultern häufiger als die linken hohen Schultern sind, ist anatomisch sehr erklärlich. Ob es aber mehr als ein Zufall sey, dafs auch bei den tetartorhombischen Mineralien der gröfsere Theil links geneigt sey? diese Frage weifs ich nicht zu beantworten.

Pafst aber überhaupt mein hier gezogener Vergleich, so wird man es auch wohl einleuchtend finden, dafs Tetartorhomben-, Hemirhomben- und Homorhomben-Systeme nicht eigentlich drei wesentlich verschiedene, sondern nur drei Abtheilungen eines und desselben Systems sind, die sich sogar in der Beobachtung oft verwechseln lassen, wenn diese nicht äufserst genau ist. Antholith (Werner's strahliger Anthophyllit), Euklas und andere Mineralien sind auf das Bestimmteste tetartorhombisch, und doch nahm man sie zeither als in andere Abtheilungen gehörig. Malachit und Halochalzit (Salzkupfererz) sind wahrscheinlich ebenfalls tetartorhombisch, und haben auch ganz die Spaltbarkeit wie Orthoklas.

Der Unterschied von linker und rechter Neigung läfst sich wohl ferner mit dem Links- und Rechtsgewundenen der trapezoëdrischen Flächen am Quarze vergleichen, vielleicht auch in einer andern Beziehung der Spaltbarkeit mit makroaxen und brachyaxen Gestalten, m. f. meine vollst. Charakteristik S. 68. In England hatte man schon versucht, hiernach den Quarz in zwei Spezien zu sondern, weil ihre optische Differenz sehr grofs ist.

Aus dem Links- und Rechtsgeneigtseyn der Feld-

spathe liefse sich noch mehr folgern. Nach den in meiner Schrift §. 19. aufgestellten klassifikatorischen Grundsätzen sollen nur makroaxe oder nur brachyaxe Primärformen in ein Geschlecht geordnet werden. Und so könnte man auch nur solche tetartoëdrische Substanzen in ein Geschlecht zählen, wo die ersten lateralen Flächen der Primärformen nur eine *gleichnamige Lage* \*) haben. Sonach ließen sich die Feldspathe in zwei Geschlechter sondern, die weiter durch spezifisches Gewicht vielleicht selbst optisch unterschieden werden könnten. Wenigstens ist so viel erwiesen, daß der Labrador die Farbenwandlung in der makrodiagonalen Richtung zeigt, der Orthoklas hingegen in der brachydiagonalen, welches Verhalten im geringern Grade auch dem Petalit zukommt. Endlich ist es zugleich höchst merkwürdig, daß diese mineralogisch ganz ungesuchte Erklärung der Zweierleiheit des Geschlechts der bekannten chemischen Zusammensetzung entspricht, namentlich da die eine kryсталlographisch gleichnamige Abtheilung, nämlich die der linksgeneigten Feldspathe, stets aus einem Antheile Alkali  $S^3$  mit  $3AS^3$  zusammengesetzt ist, und die zweite Abtheilung mit rechtsgeneigten Primärformen von jener im Gehalte abweicht, unter sich aber wieder ähnlicher ist.

Indessen hat gewiß jeder Systematiker schon die Erfahrung gemacht, daß die Glieder einer Klassifikationsstufe nicht immer gleichen Allgemeinheitswerth

\*) Es ist auch merkwürdig, daß nur bei tetartorhombischen Substanzen Zwillinge mit paralleler Hauptaxe von *gleichnamigen* Individuen vorkommen.

haben. Die Natur wird unter wissenschaftlichen Formen im Systeme betrachtet, die ihr nicht in jedem Falle gleich angemessen sind. Und so scheint sich's hier zu verhalten. Ich mag darum nicht leugnen, daß ich über die Anerkennung der Einerleiheit oder Zweierleiheit des Geschlechts noch schwanke. Trennt man Labrador und Anorthit wirklich von den übrigen, so besteht wieder in jeder Beziehung eine so feine und schwache Geschlechts-Differenz als nirgendwo. Und aus diesem Grunde halte ich zur Zeit die Verkettung aller Spezien in ein Geschlecht für eben so verantwortlich, als die Trennung in zwei Geschlechter.

### 3. Ueber die Reihe der einzelnen Spezien.

Die Reihe der Feldspath-Spezien ist folgende:

1) Petalit, 2) Periklin, 3) Tetartin, 4) Orthoklas, 5) Oligoklas, sämmtlich mit links geneigten Primärformen; und 6) Labrador, 7) Anorthit, beide mit rechts geneigten Primärformen.

Sie findet Statt nach dem Verhältnisse der Abnahme deutlicher lateraler Spaltungsrichtungen der Primärformen, und sie hält fast gleichen Schritt mit der Zunahme des specifischen Gewichts. Warum der Tetartin zwischen Periklin und Orthoklas zu stellen war, wird sogleich klar werden.

Uebrigens will ich hierbei bemerken, daß, wenn schon Axinit, Euklas, Diploit, Porzellanpath etc. in mancher Beziehung den Feldspathen ähnlich sind, sie sich doch nicht zur Vereinigung mit denselben in ein Geschlecht qualifiziren.

Ich gehe nun zur *Betrachtung der einzelnen Spezien* über.

## 4. P e t a l i t.

Obwohl ich nur unausgezeichnete Stücke untersuchen konnte, so habe ich mich doch davon überzeugt, daß ihm eine regelmäßige Zusammenfetzung zukommt, ähnlich der beim Tetartin und Labrador so frequenten, wobei *M* zweier Individuen aneinander gewachsen sind. Dieses Verhältniß und besonders eine bei allen links geneigten Feldspathen neu aufgedundene Spaltungsrichtung haben mich den Petalit in einer andern vertikalen Stellung erkennen lassen, als ich ihn früher betrachtete. Die vollkommenste der drei deutlichen Richtungen, welche durch ihren Perlmutterglanz bald zu erkennen ist, muß gleich wie bei allen Feldspathen als schiefe Basis *P* betrachtet werden; die zweite deutliche, welche mit jener ungefähr einen Winkel von  $117^\circ$  macht, entspricht der Fläche *T* und ist also wirklich eine laterale; die dritte deutliche entspricht einer Viertelpyramide, (gleicher Stellung mit *T* und) der Fläche *o* in den Zeichnungen. Die versteckte, sonst als schief basisch genommene Richtung gehört der Fläche *M* an.

## 5. P e r i k l i n.

Den *Periklin* hatte ich nach der Abänderung von Zöblitz bestimmt in Spaltungsgestalten einfacher Individuen; allein den Hauptwinkel zwischen *P* und *M* hatte ich immer nur sehr unvollkommen finden können. Neuerlich bekam ich zwei deutlicher spaltende Abänderungen, eine aus dem St. Gottharder Gebirge mit Glimmer und Rutil, und die andere aus dem Pfunderthale, Zweig des Pusterthales in Tirol. Die-

jenigen Winkel, die ich bis jetzt mit erforderlicher Genauigkeit messen konnte, fand ich:

$$P \text{ auf } M = 93^{\circ} 19'$$

$$P \text{ auf } T = 114^{\circ} 45'$$

Erstern Winkel maß ich an Zwillingbruchstücken, so daß die Flächen  $P$  auf das deutlichste spiegelten, mit einer Differenz von nur 3 Minuten. Ich nehme also die frühere Bestimmung jenes Winkels gänzlich zurück.

Als das Auszeichnende dieser Spezies habe ich gleich anfangs die vollkommnere Spaltung nach  $T$  zunächst der nach  $P$  angegeben. Allein auch beim Periklin findet sich die Richtung  $o$  zuweilen wieder, im Sonnenstrahlenlichte oder des Abends am Kerzenlichte stets zu beobachten. — Daß der Periklin auch nach der Fläche  $l$  spalte, hat Herr Prof. Hessel bezweifeln wollen; allein er hat wahrscheinlich Tetartin für Periklin gehalten.

Die Gränzen des specifischen Gewichts habe ich auch in den neuen Abänderungen bestätigt gefunden, ich gebe sie zu 2,53 bis 2,56.

*Nachtrag.* Ueber den *Klingstein* war man bisher ganz in Zweifel, welcher Spezies er zuzuzählen sey. Allein es scheint, daß wir nun in der Kenntniß von diesem, schon wegen seines geognostischen Verhaltens und wegen seiner Frequenz merkwürdigen, Minerale etwas vorgerückt sind. Herr Dr. Struve hat es nämlich für seine gründliche Nachbildung der natürlichen Heilquellen nöthig gefunden, die Mineralien und Gebirgsarten zu analysiren, aus oder neben welchen sie mit herauskommen. Die Resultate dieser

Zerlegung findet man in diesen Annal. Bd. 85. S. 348 angegeben. Es ist ferner eine auffallende Erscheinung, daß der verwitterte Klingstein bedeutend weniger Natron, dann auch etwas weniger Thonerde und Eisenoxydul mit Phosphorsäure, aber mehr Kieseelerde und Kali enthält, als der frische.

Ich nahm nun folgende Wägungen von Klingsteinen vor, nachdem ich sie von allem Fremdartigen, so gut wie das möglich war, befreit hatte. Die Stücke waren rein von dem porphyrartig inneliegenden glässigen Feldspath (m. s. unten Artikel Orthoklas), auch nach dem schiefrigen und anderen Klüften wohl zerkleint.

- 2,487 Das Mittel zwischen lichte olivengrün und grünlich-grau haltender *muschliger Klingstein*, mit rothen Flecken (auf den Klüften schwarz), nicht ganz frisch; von der Schäferei zu Whistferschan bei Teplitz.
- 2,537 Rauchgrauer *schiefriger Klingstein*, frisch, und aus schuppig blättrigen, in einander verschwimmenden Theilchen zusammengesetzt; vom Schloßberge bei Teplitz.
- 2,541 Rauchgrauer, wenig ins Grünlichgraue geneigter, *dorsgl.*, sehr frisch und von derselben Beschaffenheit; vom Eichberge bei Zittau in der Ober-Lausitz.
- 2,545 Lauchgrüner *muschliger Klingstein*, sehr frisch; von der Schäferei zu Whistferschan.
- 2,577 Dunkel und schmutzig berggrüner, *unvollkommen schiefriger Klingstein*, frisch, aber nicht rein von kleinen schwarzen Pünktchen, welche unter dem Vergrößerungsglase Augit zu seyn schienen; vom Bortzen (Borschen) bei Bilin in Böhmen.

Betrachten wir den ersten als nicht hinlänglich frisch, und den letzten als nicht hinlänglich rein; so hat der



Klingstein das specif. Gewicht 2,53 bis 2,54, wodurch er sich weder vom Orthoklas, noch vom Periklin unterscheidet. Vergleichen wir nun seine chemische Zusammensetzung mit denen dieser Feldspathe, so entscheiden wir uns sogleich für die grössere Aehnlichkeit mit Periklin. *Klingstein* ist also sehr wahrscheinlich ein durch Bildungsart im Aeußern modificirter und durch Beimischung von Säuren und Erden verunreinigter *Periklin*. Zwar enthält er zu wenig Kieselerde, um die Basen als Trisilikate sofort betrachten zu dürfen; allein die Säuren machen wohl auch einen ziemlichen Theil Kieselerde entbehrlich.

Ich habe deutliche Uebergänge aus dem Klingstein mit seinen Gemengen, d. i. aus dem Porphyrschiefer in den sogenannten Flöztrapp-Porphyr gesehen, z. B. auf dem Johnsdorfer Berge bei Zittau, zuweilen auch mit Andeutung zum Bimssteinartigen \*), und ich zweifle nicht, daß der ungarische porphyrartige Bimsstein die nämliche Substanz zur Basis habe. Auch dem Porphyr von Drachenfels scheint ein poröser Klingstein zur Hauptmasse zu dienen. Und so möchte es mit manchen Bimssteinen und Drachyten der nämliche Fall seyn. Daß bei der Porosität das Fettige im Glanze, was der dichte frische Klingstein zeigt, verloren geht, darf nicht befremden.

\*) Bimsstein kann nicht eine besondere Mineral-Spezies bezeichnen, sondern einen gewissen Zustand. Der meiste Bimsstein und der ausgezeichnetste ist Obsidian, einiger Pechstein und andrer wohl Periklin.

## 6. Tetartin.

Beim Tetartin (den ich keineswegs Albit nennen möchte, da eine früher benannte Spezies Albin heisst, und die Mehrzahl der mir bekannten Varietäten nicht weiss, sondern farbig ist) hat uns Hr. Dr. G. Rose die Winkel sehr genau und vollständig bestimmt. Davon habe ich mich jüngst nach zahlreichen Messungen überzeugen können. Ich lernte nämlich eine Varietät kennen, welche mir anfangs wie eine neue Spezies vorkam. Sie findet sich in gangähnlichen Trümmern eines sonderbaren Sienits, der bei Borstendorf zwischen Freiberg und Zschopau als Lager im Gneise liegt. Dieser Tetartin ist deutlich spaltbar 1) nach  $P$ , 2) nach  $M$ , 3) nach  $T$  und 4) nach  $o$ , unvollkommen 5) nach  $L$ . Die erste Spaltungsgehalt, welche ich schlug, fiel so aus, dass ich die parallelen Kombinations-Kanten zwischen  $o$ ,  $P$  und  $T$  als Seitenflächen eines Prisma erhielt, und nun war die deutlichste Richtung natürlich eine laterale brachydiagonale geworden. Gerade so ist es mir und allen Mineralogen früherhin beim Petalit ergangen. Ich fing an zu messen und bekam genau die Winkel wieder, wie sie Hr. Dr. G. Rose angiebt, ja an Zwillingen fand ich den Winkel  $P$  auf  $M$  zu  $93^{\circ} 36'$  mit gar keiner Differenz, was mich recht sehr freute. Die Richtung  $T$  ist oft nur um ein Geringes weniger vollkommen als die Richtung  $M$ , daher sind Tetartin und Periklin wohl mit einander zu verwechseln. Der Unterschied wird sich durchs Gewicht stets leicht ergeben. Es war mir neu, dass der Tetartin so deutlich nach  $T$  spalte und auch nach  $o$ . Ich ging nun alle Tetartine darauf durch und fand dafür Bestätigung. Aber den' gerad-

blättrigsten, den ich zeither dafür genommen, fand ich nur undeutlich nach *T*, *l* und *o* spaltbar. Diese Abänderung war eine großblättrige von Arendal in Norwegen, welche ich der Güte des Herrn Dr. Bondi verdanke. Die gewöhnlichen strahligen Tetartin-Abänderungen der Granite von Finbo, Kimito, Penig, Rozena etc. ließen sich darauf nicht untersuchen, sie stimmen aber mit dem Borstendorfer Feldspath und mit anderen, wo jene Spaltungen deutlich sind, im Gewicht und in der Härte überein. Man hat also die Deutlichkeit der Spaltungsflächen *T* und *o* mit in die Charakteristik des Tetartins aufzunehmen. Nur die erwähnte Arendaler Abänderung — nicht die gewöhnliche von da — gab sich als eine neue Spezies zu erkennen, die ich sogleich näher abhandeln werde. Man überzeugt sich nun auch leicht, warum der Tetartin zwischen Periklin und Orthoklas zu stellen war.

Ich hielt es für nöthig, die wirklich als Tetartin erkannten Feldspathe noch durch Wägungen genauer zu prüfen, und fand folgende Resultate:

- 2,609 Schön frisch fleischrother von Skogbohle im Kimito Kirchspiele in Finland, wo er mit zweiaxigem Glimmer und Quarz Granit bildet.
- 2,6097 Dunkel gelblich - bis röthlich-weißer, gebrochen blättrig, ebenfalls deutlich spaltbar nach *T* und nach *o*; von Kararfvet bei Falun. Bildet mit Quarz und Glimmer grobkörnigen Granit, worin der Pyrrorthit liegt.
- 2,611 Blafs fleischrother, blumig blättriger bis strahliger von Penig, eben solchen Granit bildend.
- 2,612 der obige von Skogbohle, nachdem die Stücke nach allen sichtbaren Zusammensetzungsflächen zerkleint waren.
- 2,6190 Weißer strahliger von Finbo, unzerkleint.

2,6192 Graulichweisser aus dem Kälberbusch bei Mulda oberhalb Freiberg.

2,6195 Mittel zwischen grünlich- und gelblich-weißer großblättriger von Borstendorf.

2,620 Grünlichweisser von Auris.

2,621 Gelblichweisser bis blafs ockergelber schön frisch und durchsichtig, auf verwittertem Granit auflitzend, Fundort unbekannt, gemessen.

2,622 Wasserheller von Borstendorf, gemessen.

2,623 Milchweisser schön glasiger N. 2192 aus dem Wernerischen Museum, Fundort unbekannt.

2,624 Milchweisser von Borstendorf.

2,626 Milchweisser großblättriger von Siebenlehn bei Freiberg.

Das geringere Gewicht der ersten Varietäten hängt sichtbar von ihrer Struktur ab. Genau genommen wären hiernach die Grenzen der Spezies 2,61 bis 2,62 zu ziehen, und nur dann, wenn man auf das Zerkleinern der strahligen Varietäten nicht Rücksicht nehmen will, kann man sie auf 2,60 bis 2,62 ausdehnen. Den blumigblättrigen Feldspath von Breitenbrunn, den Hr. Dr. G. Rose als Albit bestimmt hat, halte ich nicht dafür, da er nur 2,570 wiegt.

(Beschluss im nächsten Heft.)

---

## VIII.

*Ueber Sementini's jodige Säure;*

von

F. WÖHLER.

Sementini hat in einer Abhandlung zu zeigen gesucht \*), daß man eine bis jetzt noch nicht bekannte Oxydationsstufe des Jods, die *jodige Säure*, erhalten, wenn man chlorfaures Kali mit Jod destillirt. Pleischl hat später diese Entdeckung bestätigt gefunden und noch weitere Versuche darüber angestellt \*\*).

Bei näherer Betrachtung der Eigenschaften, welche diese Chemiker von dieser jodigen Säure anführen, findet man bald, daß sie in jedem Punkte mit denen des *Chlorjods* übereinkommen, welches schon längst von Gay-Lussac dargestellt worden ist; und nachdem ich mir jene angebliche jodige Säure nach Sementini's Vorschrift verschafft hatte, so zweifelte ich keinen Augenblick mehr, daß sie in der That nichts Anderes als *Chlorjod* sey.

Beim ersten Versuche erhielt ich Sementini's Säure, wie er angiebt, als eine braune Flüssigkeit, bei einem zweiten aber, wobei ein großer Ueberschuß von chlorfaurem Kali mit Jod destillirt wurde, er-

\*) Schweigger's Journal B. 41. p. 158.

\*\*) A. A. O. B. 45. p. 1.

starrte die überdestillirende Flüssigkeit (was Sementini und Pleischl gar nicht bemerkt haben) zu einer warzenförmig zusammengeläuften, krySTALLINISCHEN Masse, die beim Erwärmen leicht schmolz, sehr schnell an der Luft zerfloß, sich also in dieser Hinsicht ganz wie trocknes Chlorjod verhielt. — Auf directem Wege dargestelltes Chlorjod kann viel Jod auflösen, läßt dasselbe aber beim Vermischen mit Wasser wieder fallen. Eben so verhält sich jene jodige Säure, wenn man bei ihrer Darstellung zu viel Jod anwandte und sie als braune Flüssigkeit übergeht. Ich übergehe die übrigen Eigenschaften des auf directem Wege dargestellten Chlorjods, weil sie jedem Chemiker bekannt sind, und jeder leicht findet, daß sie vollkommen dieselben sind, wie die der sogenannten jodigen Säure. Ich will nur noch bemerken, wie ich mich von der Gegenwart des Chlors in dieser Verbindung überzeugt habe, weil es doch möglich gewesen wäre, daß zwei aus verschiedenen Elementen zusammengesetzte Körper sehr ähnliche Eigenschaften gehabt hätten. — Die nach Sementini's Methode erhaltene Flüssigkeit wurde, um vor aller mechanischen Einmischung sicher zu seyn, noch ein Mal theilweise destillirt, und das Destillat mit reinem kohlensauren Natron gesättigt, wobei sich viel Jod abschied, wie dies auch vom Chlorjod bekannt ist. Die Auflösung wurde zur Trockne abgedampft, die Salzmasse geglüht, wobei sie leicht schmolz, hierauf in Wasser aufgelöst und zur KrySTALLISATION abgedampft. Hierbei schossen viele, sehr bestimmte, undurchsichtige, zum Theil treppenförmig gebildete KrySTALLE von Kochsalz an. Die ganze Salzmasse wurde dann wieder

in Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silber vermischt. Zuerst entstand bloß ein gelber Niederschlag von Jodsilber und erst zuletzt fiel das Chlorsilber in dicken, weißen Flocken nieder. Der Niederschlag wurde wohl ausgewaschen und dann mit Ammoniak macerirt. Hierbei blieb das Jodsilber als blafgelbes Pulver zurück. Die abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit wurde bis zur Verjagung des Ammoniaks gekocht, und das niedergefallene Chlorsilber getrocknet und geschmolzen. Es schien mehr zu betragen, als das Jodsilber. Obgleich seine Auflöslichkeit in Ammoniak hinlänglich beweist, daß dies wirklich Chlorsilber war, so wollte ich mich auch noch durch die Analyse überzeugen, was entscheidend werden mußte, da der Silbergehalt des Chlorsilbers so sehr von dem des Jodsilbers verschieden ist. 1,08 Grm. des so erhaltenen, geschmolzenen Chlorsilbers wurden in einem Porzellantiegel mit kohlensaurem Natron bedeckt und geglüht. Das hierdurch reducirte, schwammige Silber wurde wohl ausgewaschen und geglüht. Es wog 0,815 Grm. Nach der bekannten Zusammensetzung des Chlorsilbers aber enthalten 1,08 Grm. desselben 0,813 metallisches Silber.

Sementini's jodige Säure färbt das Amylum nicht blau; aber dasselbe ist mit dem auf gewöhnliche Weise dargestellten Chlorjod der Fall, selbst wenn es so zusammengesetzt ist, daß es bei der Sättigung mit einem Alkali Jod abscheidet. Sobald man aber in beiden Fällen in die mit Amylum vermischte Flüssigkeit etwas Zinnchlorür-Auflösung gießt, wird sie augenblicklich blau, weil dann die Jodsäure reducirt

wird. — Die nach der Darstellung der vermeintlichen jodigen Säure zurückbleibende Salzmasse besteht aus Chlorkalium, chlorsaurem und jodsaurem Kali, vorausgesetzt, daß man sie nur so lange geschmolzen hat, als Chlorjod überging, so wie es bei meinem Versuche der Fall war. Die hierbei erhaltene Salzmasse schien gar kein Jodkalium zu enthalten, sondern [das Jod nur als Jodsäure, denn es liefs sich auf die bekannte Art mit Amylum kein Jod darin entdecken. Sobald aber der mit Amylum vermischten Auflösung ein Tropfen Zinnchlorür-Auflösung zugesetzt wurde, erschien sogleich ganz stark die blaue Färbung, weil dann die Jodsäure reducirt wurde. Es scheint mir wahrscheinlich, daß die Bildung von Chlorjod nach Sementini's Methode hauptsächlich auf dieser Bildung von jodsaurem Kali beruht; man erhält deshalb auch kein Chlorjod, wenn man Kochsalz mit Jod destillirt, was ich versuchte.

---



IX.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Zinkenits  
und des Jamesonits;

von

HEINRICH ROSE.

Bei der chemischen Untersuchung einer Reihe von in der Natur vorkommenden Verbindungen, welche Schwefelantimon ( $\text{SbS}_3$ ) und Schwefelarsenik ( $\text{AsS}_3$ ) als elektronegative Bestandtheile enthalten, und welche ganz gleich zusammengesetzt sind den Verbindungen, die von Berzelius entdeckt und von ihm *Schwefelsalze* genannt worden sind, habe ich auch den von meinem Bruder beschriebenen *Zinkenit* \*), der zu dieser Reihe gehört, analysirt. Die Methoden, deren ich mich bei der Analyse bediente, weichen wenig von denen ab, die ich bei der Untersuchung der Fahlerze anwandte, und die ich umständlich bei der Bekanntmachung meiner größeren Arbeit anführen werde. Das Resultat einer Analyse war:

Schwefel	22,58
Blei	31,84
Antimon	44,39
Kupfer	0,42
	<hr/>
	99,23.

\*) Poggendorff's Annalen B. VII, S. 91.

Bei zwei andern Analysen, die nach einer Methode ausgeführt wurden, bei denen der Schwefelgehalt nicht bestimmt werden konnte, erhielt ich 31,97 Procent Blei und 44,11 Antimon; und 30,63 Blei und 46,28 Antimon. Bei dieser letzten Analyse enthielt indessen das abgeschiedene Antimon noch eine kleine Quantität Blei, die nicht von ihr getrennt wurde.

31,84 Theile Blei (in der ersten Analyse) erfordern, um Schwefelblei zu bilden, 4,95 Theile Schwefel, und 44,39 Theile Antimon verbinden sich mit 16,61 Th. Schwefel zu Schwefelantimon. Die Menge des Schwefels im Schwefelblei ist zwar nicht ganz ein Drittel von der Schwefelmenge des Schwefelantimons, auch wenn man zur erstern Schwefelmenge noch 0,11 Theile Schwefel hinzurechnet, mit welchem sich 0,42 Th. Kupfer zu Schwefelkupfer verbinden; da indessen die Abweichung nicht sehr groß ist, so glaube ich, daß die Zusammensetzung des Zinkenits durch die Formel  $\text{PbS}^2 + 2\text{SbS}^3$  ausgedrückt werden könne \*).

Der Zinkenit hat in seiner Zusammensetzung die meiste Aehnlichkeit mit dem *Jamesonit* und dem *Rothgültigerze*. Der erstere, der von Mohs entdeckt, beschrieben, und von ihm *axotomer Antimon-glanz* genannt worden ist, \*\*) besteht im Wesentli-

\*) Das, was man *Federerz* genannt hat, gehört wohl meistens zum Zinkenit; ich fand nämlich in einem Federerze von Wolfsberg bei Harzgerode eine bedeutende Menge von Blei.

\*\*) Grundriß der Mineralogie von Fr. Mohs, Th. II. S. 586.

chen wie der Zinkenit aus Schwefelantimon und Schwefelblei, nur in einem andern Verhältnisse. Die Resultate von drei Analysen des Jamefonits, zu welchen mir Herr Haidinger Material mitgetheilt hatte, sind folgende:

	I.	II.	III.
Schwefel	22,15	22,53	
Blei	40,75	38,71	40,35
Blei mit geringen Spuren von Eisen und Zink	—	0,74	
Kupfer	0,13	0,19	0,21
Eisen	2,30	2,65	2,96
Antimon	34,40	34,90	33,47 *)
	<hr/> 99,73	<hr/> 99,72	

54,40 Theile Antimon (in der ersten Analyse) verbinden sich mit 12,87 Th. Schwefel zu Schwefelantimon, und 40,75 Th. Blei mit 6,33 Th. Schwefel zu Schwefelblei. Der Ueberschuß an Schwefel 2,95 Th. ist beinahe hinreichend, um mit dem Eisen Schwefelkies zu bilden. — Obgleich nun der Gehalt an Schwefelkies im Jamefonit ziemlich bedeutend ist, so glaube ich, daß er unwesentlich ist, da Eisen und Blei weder im oxydirten noch im geschwefelten Zustande mit einander verbunden vorkommen; die krySTALLisirten Fahlerze z. B., in welchen allen sich Schwefeleisen findet, enthalten nie Schwefelblei, selbst wenn die Tetraëder des Fahlerzes im Bleiglanze sitzen. — Die wesentliche Zusammensetzung des Jamefonits kann durch die For-

\*) Bei der 3ten Analyse konnte der Gehalt an Schwefel nicht bestimmt werden.

mel  $3\text{PbS}^2 + 4\text{SbS}^3$  ausgedrückt werden; das Schwefelantimon in ihm enthält noch einmal so viel Schwefel als das Schwefelblei.

Im *Rothgültigerze*, in welchem statt Schwefelblei Schwefelfilber enthalten ist, sind nach v. Bonsdorff's Analyse die Schwefelmengen im Schwefelantimon und im Schwefelfilber sich gleich. — In dem Zinkenit, dem Jamesonit und dem Rothgültigerze verhalten sich also die Schwefelmengen im elektropositiven Schwefelmetall zu den Schwefelmengen im Schwefelantimon wie 1:3; 1:2; und 1:1. Keine von diesen drei Verbindungen gehört zu den neutralen Salzen, welche von  $\text{SbS}^3$  und elektropositiven Schwefelmetallen gebildet werden, denn in diesen scheint sich der Schwefelgehalt in der Schwefelbase zu dem im Schwefelantimon wie 2:3 zu verhalten. Der Zinkenit und der Jamesonit sind daher übersättigte Schwefelsalze, und das Rothgültigerz ein basisches Schwefelsalz.

---

## X.

*Ueber das Packfong;*

von Hrn. v. GERSDORFF zu Wien.

Das beste Verfahren, um diese, bekanntlich aus Nickel, Kupfer und Zink bestehende Legirung mit Vortheil zu bereiten, ist nachstehendes.

Nachdem das Nickel in einem eisernen Mörser zu haselnußgroßen Stücken zerstoßen und auch das Kupfer und Zink zerkleinert worden, werden die Metalle in den Tiegel gebracht, zwar gemengt, doch so, daß auf dem Boden des Tiegels etwas Kupfer liege und auch die obere Decke wieder Kupfer sey. Das Ganze wird mit Kohlenstaub bedeckt und in einem Windofen, der den Zug von Außen hat, geschmolzen, im Kleinen am besten vor der Esse. Ein öfteres fleißiges Umrühren ist unumgänglich nöthig, damit sich das schwereschmelzbare Nickel mit den übrigen Metallen zu einer vollkommen homogenen Masse verbinde, welche alsdann in beliebige Formen ausgegossen wird. Ist nicht Raum genug in dem Tiegel, um das Ganze hineinzubringen, so kann auch nachgesetzt werden; aber dazu ist nur Kupfer zurückzuhalten; denn Nickel würde den Einsatz sehr abkühlen und Zink darf nicht in die flüssige Masse getragen werden, weil sonst eine *Explosion* mit Feuererscheinung erfolgt. Diese Explosion rührt daher, daß sich Nickel und Zink mit vieler Energie verbinden. Je länger übrigens das Packfong im Schmelzen erhalten wird und je flüssiger

es ist, desto besser läßt es sich bearbeiten. Aus der Verflüchtigung von 5 bis 6 Theilen Zink braucht man sich nichts zu machen.

Die Verhältnisse der Bestandtheile des Packfongs richten sich nach dem Gebrauche, den man von dieser Legirung machen will.

Ein der Oxydation oder dem Anlaufen an der Luft nicht unterworfenen Packfong, das folglich zu Löffeln, Suppen- und Milchschöpfern, zu französischen Gabeln u. s. w. anwendbar ist, erhält man von 25 Thl. Nickel, 50 Thl. Kupfer und 25 Thl. Zink.

Ein dem nicht weißgefotenen 12löthigen Silber ähnliches, zu Messer- und Gabelheften, Lichtscheren, Zuckerzangen etc. brauchbares Packfong erhält man von 22 Nickel, 55 Kupfer und 23 Zink.

Zum Walzen am besten geeignetes und zu Tatzen von beliebiger Größe, Wafschbecken u. s. w. anwendbares Packfong liefert eine Mischung aus 20 Nickel, 60 Kupfer und 20 Zink. — Zink und Kupfer müssen aber möglichst rein seyn.

Zu Gegenständen, die durch Guß gefertigt werden, wie Leuchter, Sporen, Glocken, Pferdegeschirr, dient am besten eine Mischung aus 20 Nickel, 60 Kupfer, 20 Zink und einem Zusatz von 3 pr. Ct. Blei, so wie auch eine Mischung aus 18 Nickel, 54 Kupfer, 25 Zink und 3 Blei.

Ein Zusatz von 2 bis 2,5 pr. Ct. *Eisen* oder *Stahl* macht das Packfong bedeutend weißer, aber auch härter und spröder. Will man Eisen zusetzen, so muß solches zuvor mit Kupfer unter einer Decke von Kohlen vor dem Gebläse zusammengeschmolzen, und

dann erst diese Gemenge mit Nickel, Zink und dem übrigen Kupfer in den großen Tiegel gebracht werden.

Bei dem Walzen und Hämmern des Packfong sind folgende Regeln zu beobachten: Da das Packfong nach der Bereitung ein krySTALLINISCHES Gefüge hat, so folgt von selbst, daß das Hämmern und Walzen anfangs sehr behutsam geschehen müsse. Nach jeder Ueberhämmerung und nach jedem Durchgang durch das Walzwerk muß es wieder *kirschbraun* geglüht werden, und vollkommen wieder erkalten, bevor es wieder gehämmert oder gewalzt wird. Ist das krySTALLINISCHE Gefüge des Packfongs zerstört, so läßt sich dasselbe fast wie Messing verarbeiten. Die Spannung, welche die Bleche hie und da beim Walzen erhalten haben, muß denselben durch einige Hammerschläge benommen werden. Geschieht dies nicht, so reißen die Bleche da, wo sie gespannt sind, sobald sie zwischen die Walzen kommen. *Eine Behandlung des Packfongs mit dem großen Hammer vor dem Walzen hatte guten Erfolg.*

Die Silberarbeiter behandeln das verarbeitete Packfong mit Bimsstein, wie das Silber; sie fieden es weiß, machen aber aus dem Verfahren ein Geheimniß. Sehr verdünnte Schwefelsäure (14 Thl. concentrirte Säure und 100 Thl. Wasser) heiß angewandt, reinigt die Oberfläche auch, wenn man sie hernach mit gepulvertem Bimsstein und einer Bürste abreibt. Bei dem Einschmelzen von Abschnitzel, Feilicht, und andern mißrathenen Gegenständen, wird gleich beim Einsetzen in den Tiegel auf 1 Pfund Packfong 1 Loth

Zink zugesetzt, weil sich so viel ungefähr verflüchtigt \*).

## XI.

*Sonderbare Bewegungen, in die gewisse Metallsalze unter Umständen versetzt werden können;*

vom Dr. F. F. RUNGE zu Breslau \*\*).

Uebergießt man reines Quecksilber mit einer gesättigten Kochsalzlösung, etwa eine halbe Linie hoch, und bringt ein wenig Kupfervitriol, gleichviel, einen kleinen Kry stall oder ein Bruchstück eines größeren, mit der Vorsicht auf die Salzlösung, daß er auf ihr schwimmend bleibt, so verliert das Quecksilber nach einiger Zeit seinen Glanz und überzieht sich allmählig mit einer Haut, die muthmaßlich aus Chlorkupfer im Min. und Chlorquecksilber im Min. besteht. Weiteres findet im Wesentlichen nicht Statt. Berührt man nun aber das Quecksilber, durch die Flüssigkeit hindurch, mit einem Stück blanken Eisen, so ändert sich die

\*) Hr. v. Gersdorff hält von dem Packfong stets vorräthig und verkauft dasselbe in jeder Quantität bis zu einem Pfunde herab, das Wiener Pfund zu 2 Fl. 24 Kr. Münze. Auch überläßt derselbe ziemlich reines Nickel, das Wiener Pfund zu 8 Fl. Münze. (2½ Wiener Pfunde sind 6 Mk. Kölnisch.) Die Adresse des Hrn. v. Gersdorff zu Wien ist: Wallfischgasse No. 1021. (P.)

\*\*) Ein mit Bewilligung des Verfassers gemachter Auszug aus einer, handschriftlich mitgetheilten, größeren Abhandlung über diesen Gegenstand. (P.)



Scene. Die Haut, die das Quecksilber bedeckt, spaltet sich, und wird schnell vom Quecksilber absorbirt. Es stellen sich wirbelförmige Strömungen ein, die vom schwimmenden Kry stall ausgehen, sich an der Quecksilberfläche brechen und wieder nach Aussen hin, sich umbeugend, in die Höhe steigen. Dabei nimmt der Kry stall an Grö ße ab und verschwindet endlich ganz. Mit seinem Verschwinden hört auch die Strömung auf. Dieselben Erscheinungen, verbunden mit einer Anziehung zwischen dem Kry stall und Quecksilber, finden auch Statt, wenn ersterer unter der Flüssigkeit ungefähr um eine halbe Linie vom Quecksilber entfernt liegt. Hier wie dort dauern die Erscheinungen nur so lange, als das Eisen in das Quecksilber eingetaucht ist.

Bringt man den Kupfervitriol, statt ihn auf der Flüssigkeit schwimmen zu lassen, in unmittelbare Berührung mit dem Quecksilber, so ist der Vorgang anders. *So wie man nämlich das Eisen in das Quecksilber taucht, geräth der Kry stall in eine heftige Bewegung und kreist, während er scheinbar vom Eisen angezogen und abgestossen wird, auf die wunderbarste und regelloseste Weise auf und an der Quecksilberfläche umher.* Dabei nimmt der Kry stall an Grö ße ab, und seine Bewegungen, die sich besser beobachten als beschreiben lassen, nehmen an Geschwindigkeit zu. Zieht man das Eisen aus dem Quecksilber, so hören die Bewegungen des Kry stalles augenblicklich auf; es sey denn, daß man das Quecksilber schon oft und anhaltend zu diesem Versuche angewandt hat, in welchem Falle die Erscheinung, auch ohne Eisen, bei bloßer Gegenwart von Quecksilber

und Kochsalzlösung von Statten geht. Größere Kry-  
stalle gerathen übrigens nicht in jene wirbelnde Be-  
wegung, sondern nähern sich ruckweise dem Eisen,  
bis sie dieses erreicht haben.

Das Quecksilber wird schon an und für sich in ei-  
ne zuckende Bewegung versetzt, wenn man es unter  
Salzlösungen mit Eisen berührt; auch finden dabei in  
den Salzlösungen Strömungen Statt, wie man diese  
durch ein wenig hineingeschüttete Pfeifenerde sicht-  
bar machen kann. Diese Erscheinungen haben aber  
mit denen beim Kupfervitriol nichts gemein, und  
können auch mit ihnen nicht verwechselt werden.

Die Bewegungen des Kupfervitriols sind zugleich  
mit einer *beschleunigten* Auflösung desselben verbun-  
den. Von zweien KrySTALLen, von denen der eine acht  
Mal größer war als der andere und der erstere auf  
dem Quecksilber, der andere aber neben demselben  
lag, wurde jener, nämlich der größere, während der  
Berührung des Quecksilbers mit dem Eisen, zwei Mal  
schneller aufgelöst als der kleinere.

Die Magnetenadel und die Maschinen-Elektricität  
scheinen unter den genannten Umständen keinen Ein-  
fluß auf den Kupfervitriol zu haben. Anders verhält  
sich dagegen die Volta'sche Säule. Wird der Zinkpol  
derselben in das Quecksilber und der Kupferpol in die  
Salzlösung getaucht, so geräth der Kupfervitriol auf  
der Quecksilberfläche in rotirende Bewegungen, die je-  
doch eben so regellos sind, wie die früher beschriebe-  
nen. Ist aber der Zinkpol in die Salzlösung, der Kup-  
ferpol in das Quecksilber getaucht, oder sind beide  
Pole in die Salzlösung oder in das Quecksilber ge-  
bracht, so bleibt der KrySTALL in Ruhe. Die Säule be-

stand aus 9 Paaren zweizölliger Platten, und die Papp-scheiben waren mit einer Mischung von Kochsalz und Schwefelsäure angefeuchtet.

Füttert man ein Kupferschälchen mit Löschpapier aus und gießt Kochsalzlösung darauf, schüttet nun hinreichend Quecksilber hinein, mit der Vorsicht, daß es vom Kupfer durch das feuchte Papier getrennt bleibt, und verbindet dann das Quecksilber durch einen Platindraht mit dem Kupfer, so wird der auf das Quecksilber gebrachte Kupfervitriol in Bewegung gerathen. Ohne Platindraht, oder ohne daß derselbe das Quecksilber unter der Lösung direct berührt, geschieht wenig oder gar nichts.

Gleich dem *Eisen* setzen *Kupfer, Blei, Wismuth, Zink* den Kupfervitriol in Bewegung, wenn man mit ihnen das unter der Kochsalzlösung befindliche Quecksilber berührt. *Antimon, Gold, Silber, Platin* bringen dagegen keine Wirkung hervor.

Eine Auflösung des Kochsalzes scheint bei Berührung des Quecksilbers mit *Eisen* die stärksten Bewegungen des Kupfervitriolkrystalls zu veranlassen, und zwar um so stärkere, als sie concentrirter ist. Lösungen von *salzsaurem Kali, Ammoniak, Thonerde, Eisenoxydul, Chromoxydul* wirken schwach; dagegen wirken gar nicht: Lösungen von *salzsaurem Eisenoxyd, Kupferoxyd, Quecksilberoxyd, Platinoxid* u. s. w. Lösungen von *salzsaurem Baryt* und *Kalk* wirken nicht, wenn sie concentrirt sind, wegen der Bildung einer starken Rinde von *Schwerspath* und *Gyps*; im verdünnten Zustande lassen sie aber eine schwache Wirkung zu. Eine Lösung von *salzsaurer Thonerde* ist gleichfalls wegen Bildung einer starken Haut auf

dem Queckfilber ohne Wirkung. Eben so wirkungslos ist *chlorsaures Kali*; nur ein Mal, als eine heisse concentrirte Lösung desselben auf das Queckfilber gegossen war, und sich kleine Kryrstalle ausgeschieden hatten, zeigte der Kupfervitriol zuckende Bewegungen, die aber durch Eisencontact weder beschleunigt noch sonst verändert wurden. Lösungen von salpetersauren und schwefelsauren Salzen, von Jodkalium, von Weinstensäure, Klee- und Essigsäure, nebst ihren Salzen, so wie weingeistige Lösungen salzsaurer Salze wirken nicht, wenigstens, wie es hier immer verstanden ist, nicht bei Berührung des Queckfilbers mit Eisen.

*Salzsäure* zeigt im concentrirten Zustande keine besondern Erscheinungen. Im verdünnten Zustande bringt sie auf dem Queckfilber eine schwarze Haut zuwege, die beim Berühren dieses Metalls mit Eisen sehr schnell verschwindet und dadurch den Kupfervitriol in Bewegung setzt. Bald hernach kommt aber der Kryrstall in Ruhe, und es bildet sich um ihn eine rothliche Kupferhaut, die ihn festzuhalten scheint. Queckfilber, mit Salzsäure (ohne Gegenwart von Kupfervitriol) übergossen, zeigt bei Berührung mit Eisen nicht jene Zuckungen, die unter Salpetersäure und unter Lösungen salzsaurer Salze Statt finden. Queckfilber, unter verdünnter *Salpetersäure* mit Eisen berührt, geräth, wie eben gesagt, in Zuckungen, die aber wenigstens um das Viersfache vermehrt werden, wenn man dem Queckfilber unter der Flüssigkeit einen Kupfervitriol nähert. Die Strömungen, die alsdann vom Kryrstall ausgehen, reißen diesen zwar zuweilen mit fort; eigentliche Drehungen desselben finden aber nicht

Statt. Ist das Queckfilber oft zu diesem Versuche angewandt, so stellen sich ohne Kryfall bei bloßer Berührung mit dem Eisen Strömungen ein, und es sammelt sich um den Punkt, wo das Eisen das Queckfilber berührt, eine gelbgrüne Flüssigkeit (eine Eisenlösung), die sich merkwürdigerweise nicht mit der Salpetersäure vermischt. Zieht man das Eisen heraus und schüttelt das Gefäß, so mischt sich zwar die Flüssigkeit mit der Säure, aber sogleich verschwindet auch ihre Farbe. Erneutes Eintauchen von Eisen ruft sie wieder an diesem hervor. Auch reines Queckfilber, das unter Salpetersäure sehr lange mit Eisen berührt worden, zeigt diese Erscheinung.

Die hier beschriebenen Bewegungen sind nicht bloß dem Kupfervitriol eigen, sondern zeigen sich mit Kochsalzlösung auch beim *salzsauren*, *salpetersauren* und *essigsauren Kupferoxyd*. Doch sind bei ersterem, wegen seiner Leichtlöslichkeit und der Bildung einer starken Haut, so wie beim letzteren, wegen seiner Schwerlöslichkeit in Kochsalzlösung, die Bewegungen nur undeutlich. Das salpetersaure Kupferoxyd zeigt aber lebhafteste Bewegungen, eben so das essigsaure, wenn man der Kochsalzlösung etwas Salpetersäure hinzugesetzt hat. *Boraxsaures* und *phosphorsaures Kupferoxyd* kreisen gleichergestalt nur dann auf dem mit Eisen berührten Queckfilber umher, wenn der Kochsalzlösung Salpetersäure hinzugefügt ist.

*Zink-, Eisen-, Mangan-, Blei- und Kobalt-Salze* tanzen bei Berührung des Queckfilbers unter der Kochsalzlösung mit Eisen nicht so umher, wie der Kupfervitriol; Wismuthsalze gaben geringe Anzeigen davon. *Zinnsalze* sind aber unter jenen Umständen der Rota-

tion fähig. *Salpetersaures Silberoxyd* (Höllenstein) bewegt sich auch und zwar mit großer Hefigkeit, wenn man verdünnte Salpetersäure statt der Kochsalzlösung anwandte.

Endlich muß hier noch die Wirkung der *Amalgame* erwähnt werden. Auf einem Kupferamalgam, das mit Kochsalzlösung übergossen worden, bewegte sich ein Kupfervitriolkry stall, *ohne Mitwirkung von Eisen oder einem andern Metalle*, eben so wie unter ähnlichen Umständen auf dem mit Eisen berührten reinen Quecksilber. Das Kupferamalgam war dadurch bereitet, daß 1 Mischungsgewicht Zink mit 5 Mischungsgewichten Quecksilber zusammengeschmolzen und mit einer Auflösung von Kupferoxyd geschüttelt worden. Zu dem Versuche wurde diese Amalgam noch mit zwei Thl. Quecksilber verdünnt. Ganz dieselben Erscheinungen zeigten sich bei einem Messingamalgam. Als diese nämlich mit einer Lösung von salzsaurem Eisenoxydul übergossen und ein Kry stall von salpeterf. Kupferoxyd darauf gelegt wurde, gerieth dieser sogleich in dieselben Bewegungen, welche früher beim Kupfervitriol im Kreise der galvanischen Kette beobachtet waren \*).

\*) Ich habe die beiden letzten Erscheinungen, von den übrigen getrennt, erst am Schlusse dieses Auszuges angeführt und hervorgehoben, weil sie mir die meiste Aufmerksamkeit zu verdienen scheinen. Durch einige Versuche, zu denen ich durch die erste Mittheilung des Verfassers aufgefordert worden bin, habe ich mich nämlich überzeugt, daß alle Erscheinungen, die hier als auftretend beim Contacte von heterogenen Metallen unter einer Salzlösung beschrieben sind, schon bei den mit einer Salzlösung übergossenen Amalgamen Statt finden, so daß

also zu diesen unmittelbar die galvanische Kette nicht wesentlich nöthig ist. Einer der einfachsten Versuche, um dieses zu zeigen, besteht darin, ein wenig Zink mit Quecksilber zusammenzuschmelzen, das Amalgam mit einer verdünnten Quecksilbersublimatlösung zu übergießen und alsdann einen Quecksilbersublimatkry stall auf die Fläche des Amalgams zu bringen. Die Bewegungen des Kry stall's sind hier ungemein heftig (übertreffen die beim Kupfervitriol bei weitem) und lassen sich so oft erneuern, als noch Zink im Quecksilber aufgelöst ist; alsdann überzieht sich dieses mit einer Haut von Calomel und die Bewegungen hören auf. Statt des Sublimatkry stall'es läßt sich ein Kupfervitriolkry stall, und statt der Sublimatlösung eine Kochsalzlösung (nur nicht reines, Wasser) mit gleichem Erfolge anwenden; allein der Proceß wird dadurch verwickelter. — Der Verfasser ist geneigt, die hier beschriebenen Erscheinungen als Wirkung der galvanischen Kette zu betrachten, und es ist auch wohl gewiß, daß galvanische Actionen irgend einer Art, begleitet oder bedingt durch die zur Reduction des Kry stall'es nöthigen Umstände, die Ursachen dieser Erscheinungen sind. Da es aber für jetzt schwer hält, wo nicht gar unmöglich ist, die Wirkungsart dieser Ursachen auf eine bestimmte Weise anzugeben, so sind hier unter Mitwissen des Verfassers nur die Thatfachen, entblößt von aller theoretischen Ansicht, aufgeführt worden. Die hier beschriebenen Erscheinungen erinnern unwillkürlich an die, welche von Hrn. Herschel (d. Ann. Bd. 77. S. 351) und vom Prof. Erman (d. Ann. Bd. 32. S. 261) im Kreise der Volta'schen Säule bemerkt worden sind. Wie nahe aber diese mit jenen zusammenhängen, will ich nicht entscheiden; auch ist dies gewissermaßen überflüssig, da der Verfasser seine Untersuchungen fortsetzt und hoffentlich nicht eher niederlegen wird, als bis der Gegenstand erschöpft ist. Aus eben dem Grunde halte ich es auch für unpassend, etwas von den Versuchen anzuführen, die ich weiter zu meiner eignen Belehrung angestellt habe.

P.

## XII.

*Ueber eine eigenthümliche Substanz im Meerwasser;*

von Herrn BALARD,

Apotheker und Präparator der Chemie an der Fakultät der Wissenschaften zu Montpellier \*).

## I. Geschichte der Untersuchungen.

Beim Behandeln der Lauge von Fucus-Aschen mit einer Lösung von Chlor in Wasser hatte ich oft be-

- \*) Aus den Ann. de Chim. et Phys. XXXII. 337. [Schon früher wurde in dem Journ. de Pharmacie Juill. 1826. p. 376 von diesem Stoffe, den der Entdecker anfänglich Muride nannte, eine kurze Nachricht gegeben; da man aber dieser nach die einfache Natur des Stoffes noch in Zweifel ziehen konnte, so unterließ ich es absichtlich, ihrer in den Annalen zu erwähnen, um so mehr, da die HH. Vauquelin, Thénard und Gay-Lussac mit einer Prüfung der von Hrn. Balard übersandten Abhandlung und Proben des neuen Stoffes beauftragt waren, und von dieser auf jeden Fall etwas Zuverlässiges zu erwarten stand. Diese Prüfung ist jetzt geschehen und die Resultate derselben als Anhang der Abhandlung des Hrn. B. in den Ann. de Chim. et Phys. hinzugefügt. Der Bericht der Comissaire schließt mit folgenden Worten: Wenn gleich die geringe Anzahl der uns erlaubten Versuche uns über das Daseyn des Broms, als eines neuen einfachen Körpers, nicht diejenige Gewissheit gegeben hat, welche man heut zu Tage mit Recht verlangt, so betrachten wir es doch wenigstens als sehr wahrscheinlich. Die Abhandlung des Hrn. Balard ist überdies sehr wohl abgefaßt und die zahlreichen Resultate, welche er in derselben beibringt, würden selbst dann kein geringeres Interesse erregen, wenn man beweisen könnte, daß das Brom kein einfa-



merkt, daß sich nach Hinzufügung einer Auflösung von Stärke nicht bloß eine blaue Zone zeigte, von der das Jod einen Theil ausmachte; sondern auch ein wenig oberhalb derselben eine Zone von ziemlich intensiver gelber Farbe. Diese orangegelbe Farbe zeigte sich gleichfalls, als ich die Mutterlauge aus unseren Salinen auf dieselbe Art behandelte; die Farbe war um so dunkler, je concentrirter die Flüssigkeit war. Das Entstehen dieser Farbe war mit einem starken eigenthümlichen Geruch verbunden. Ich untersuchte, von welcher Natur dieses färbende Princip seyn könnte, und wurde durch meine ersten Versuche zu den folgenden Beobachtungen geführt.

1) Die mit Chlor behandelte Mutterlauge unserer Salinen verliert ihre Farbe und ihren eigenthümlichen Geruch, wenn man sie auf ein oder zwei Tage der Luft aussetzt, ohne daß das Chlor hernach darin dieselbe Erscheinung hervorbringen könnte. 2) Wenn man sie mit Alkalien oder einfach kohlensauren Alka-

cher Körper wäre. Die Entdeckung des Hrn. Balard ist eine sehr wichtige Bereicherung für die Chemie und läßt Hrn. Balard seine wissenschaftliche Laufbahn auf die ehrenvollste Weise betreten. Wir sind der Meinung, daß dieser junge Chemiker der Aufmunterung von Seiten der Akademie im vollsten Maaße würdig ist, und haben die Ehre ihr vorzuschlagen, zu befehlen, daß seine Abhandlung in dem: *Recueil des Savans etrangers* abgedruckt werde. — Aus der Mutterlauge der Salzsoöle, die man in den Sümpfen der Ebene von Aren gewinnt, haben übrigens die HH. Vauquelin, Thénard und Gay-Lussac das Brom nach dem von Hrn. Balard angegebenen Verfahren selbst dargestellt und damit das Feld der Nachforschung nach dem anderweitigen Vorkommen dieses Körpers gewissermaßen schon eröffnet.]

lien behandelt, verschwinden Geruch und Farbe gleichfalls. 3) Dieselben Wirkungen erzeugen sich, wenn man der gefärbten Flüssigkeit ein Reagens hinzusetzt, das geeignet ist, entweder durch sich selbst oder durch Zersetzung des Wassers Wasserstoff abzugeben. Solches thun: schweflige Säure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, einfache Schwefelmetalle (hydro-sulfates) und vor allem ein Gemisch von Zink und Schwefelsäure, das der Flüssigkeit den Wasserstoff im Zustande der Gaswerdung darbietet. 4) Im Fall, daß die Entfärbung das Werk der Alkalien oder der wasserstoffhaltigen Körper ist, kann ein Zusatz von Chlor die ursprüngliche Farbe wieder herstellen.

Es bieten sich natürlich zwei Erklärungsarten dar, um von den verschiedenen Erscheinungen Rechenschaft zu geben. Erstlich, könnte man voraussetzen, daß die gelbe Materie eine Verbindung wäre des Chlors mit einer in der Mutterlauge der Salinen enthaltenen Substanz. Fürs Zweite, könnte man annehmen, daß die färbende Substanz aus einer ihrer Verbindungen durch das Chlor ausgeschieden worden wäre und dieses ihre Stelle eingenommen hätte.

Um zu wissen, an welche man sich zu halten hätte, war es nöthig, die färbende Substanz im isolirten Zustande darzustellen. Die Flüchtigkeit derselben schien hoffen zu lassen, daß die Destillation zur Abtrennung der Flüssigkeit hinreichen würde, und ich nahm daher meine Zuflucht zu dieser Operation. Die mit ihrer gelben Farbe versehene Salzsoole, der Destillation unterworfen, liefs wirklich gleich zu Anfang des Siedens röthliche, sehr dicke Dämpfe entwei-

chen, die sich durch Abkühlen zu einer Flüssigkeit verdichteten, an der ich den größeren Theil der Eigenschaften der gefärbten Salzmutterlauge wieder fand; nur waren diese Eigenschaften hier viel hervor-  
-stechender.

Diese Flüssigkeit besaß eine röthlich gelbe Farbe, einen Geruch, den man mit dem des Chloroxydes vergleichen möchte, hatte keine saure Eigenschaften und verlor ihre gelbe Farbe durch Wirkung der Alkalien, der schwefligen Säure, der Schwefelwasserstoffsäure u. s. w., kurz, durch die aller der Agentien, welche die Salzmutterlange nach Einwirkung des Chlors ent-  
-färbten. Man konnte nun nicht mehr bezweifeln, daß das Product der Destillation die Materie enthielt, die mich beschäftigte, um so weniger, als die zurückgebliebene Flüssigkeit in dieser Hinsicht alle ihre ursprünglichen Eigenschaften verloren hatte. Ihre Farbe war verschwunden und an der Stelle ihres lebhaften Geruchs fand man nur einen ätherischen Geruch, auf den ich in der Folge wieder zurückkommen werde, auch hatte das Chlor nicht mehr die Eigenschaft, ihr die gelbe Farbe wiederzugeben.

Um diese Substanz im Zustande der Reinheit zu erhalten, war es nur nöthig, sie von dem Wasser zu befreien, das sich gleichzeitig mit ihr verflüchtigt hatte. Zu diesem Ende ließ ich die röthlichen Dämpfe über Chlorcalcium hinwegstreichen. Sie verdichteten sich in einem kleinen Recipienten in Tröpfchen, die eine sehr dunkelrothe Farbe besaßen, sehr flüchtig und stark röthlich waren, indem sie das kleine Gefäß, worin sie sich befanden, mit Dämpfen von einer Far-

be, vergleichbar mit der vom salpetrigsauren Dampfe, füllten.

So glaubte ich die färbende Substanz in ihrer Reinheit erhalten zu haben; allein das Verfahren lieferte nur wenig von derselben. Ich hielt schon eine Operation für gelungen, wenn sie mir einen Tropfen von der Flüssigkeit gegeben hatte. Quantitäten von solcher Kleinheit erlaubten gewissermaßen nur mikroskopische Untersuchungen. Ich verdanke ihnen jedoch die Berichtigung meiner ersten Ansichten über die Natur dieser Substanz und die Untersuchungen, welche ich späterhin mehr im Großen ausführen konnte, haben diese bestätigt.

Ich war zuerst geneigt, diese Substanz für ein Chlorjod zu halten, verschieden jedoch von den Verbindungen, welche die Chemiker mit diesem Namen bezeichnet haben. Allein alle meine in dieser Hinsicht angestellten Versuche waren vergeblich. Die Eigenschaften, die Stärke-Auflösung nicht blau zu färben und die Sublimat-Auflösung nicht zu fällen, hingegen die, das salpetersaure Quecksilberoxydul und das salpetersaure Blei u. s. w. weiß niederzuschlagen, alle diese versicherten mir, daß Jod durchaus nicht in dieser Substanz enthalten war. Auf der andern Seite hatte ich die Substanz nach einander sowohl dem Einflusse der Volta'schen Säule, als auch dem einer sehr erhöhten Temperatur ausgesetzt, und in keinem dieser Fälle hatte sie mir die geringste Spur einer Zersetzung gezeigt. Ein solcher Widerstand konnte mich nur auf die Idee bringen, daß ich es mit einem einfachen Körper oder mit einem sich wie ein solcher verhaltenden Körper zu thun hatte.

NOV Diese auch ist die Meinung, zu der alle Operationen, denen ich die Substanz unterworfen habe, von selbst anfordern.

Ich glaube darin eine einfache Substanz zu erkennen, welche in ihrem chemischen Verhalten die größte Aehnlichkeit mit dem Chlor und Jod besitzt und durchaus analoge Verbindungen liefert, aber durch ihre sämmtlichen physikalischen Eigenschaften und chemischen Wirkungen die stärksten Gründe giebt, um von jenen unterschieden zu werden.

II. Ueber die Benennung der rothen Substanz, welche aus der Mutterlauge der Soole nach Einwirkung des Chlors gewonnen wird.

[Hr. Balard setzt in diesem Abschnitte auseinander, daß er der neuen Substanz auf Rath des Hrn. Anglada den von dem griechischen Worte: *βρωμος* (foetor) abgeleiteten Namen: Brôme gegeben habe und hofft, daß die Chemiker, wenn sie die Einfachheit der von ihm entdeckten Substanz bestätigt finden, diesen Namen beibehalten werden. P.]

### III. Von der Darstellung des Broms.

Ich habe zur Darstellung des Broms zwei verschiedene Verfahrensarten angewandt, mit denen ich mich nacheinander beschäftigen werde.

*Erstes Verfahren.* Ich habe schon davon in einigen Worten gesprochen. Es besteht darin, die Mutterlauge der Soole nach Einwirkung des Chlors zu destilliren und durch eine Kältemischung die röthlichen Dämpfe, welche sich im Augenblicke des Siedens entwickeln, zu verdichten. Man erhält durch dieses

langwierige Verfahren nur eine geringe Quantität von noch dazu unreinem Brom. Ich habe mich überzeugt, daß es auf diese Art beständig mit einer dreifachen Verbindung von Wasserstoff, Kohlenstoff und Brom, einer ihrer Natur und ihren Eigenschaften nach dem Chlor-Kohlen-Wasserstoff analogen Verbindung, gemengt ist. Dies bestimmte mich, diese Bereitungsart gänzlich aufzugeben, nachdem ich zu gleichem Zwecke eine viel leichter ausführbare Methode gefunden hatte, die das Brom weit reiner und in größerer Menge gab.

*Zweites Verfahren.* Nachdem durch die Mutterlange der Soole ein Strom von Chlor hindurchgeleitet ist \*), giesse ich auf die Oberfläche derselben eine gewisse Portion Aether und fülle auf diese Art die Flasche, in der sich die Flüssigkeit befindet, völlig. Schüttelt man nun diese, so daß sich die Flüssigkeiten mischen, und läßt sie darauf einige Augenblicke stehen, um die Trennung derselben zu begünstigen, so schwimmt der Aether, ziemlich schön hyazinthroth gefärbt, oben auf, während die entfärbte Soolen-Mutterlange statt des heftigen, stechenden Geruchs vom Brom, nur den angenehmen Geruch des in ihr aufgelösten Aethers zeigt.

Der gefärbte Aether (eine wahre Auflösung des Broms in Aether) verliert seine Farbe und seinen un-

\*) Die Erfahrung hat mich gelehrt, daß es zweckmäßig ist, dieses in nicht zu großem Verhältnisse hinzuzusetzen, wenn man den Verlust einer gewissen Menge von Brom verhindern will, weil dieses sonst in eine Verbindung übergeht, von der späterhin unter dem Namen *Chlorbrom* die Rede seyn wird.

angenehmen Geruch, wenn man ihn mit einer alkalischen Substanz, namentlich mit kauftischem Kali, schüttelt. Dieses nimmt das Brom auf. Als ich nacheinander gelb gefärbte Soolen-Mutterlauge mit Aether und gefärbten Aether mit Kali behandelte, gelang es mir mit einer kleinen Quantität dieses Alkalis, das sämmtliche in einer ziemlich grossen Masse von Wasser entwickelte Brom zu verbinden. Das Kali verliert nach und nach seine alkalischen Eigenschaften und verwandelt sich in eine Salzmasse, die in Wasser auflöslich ist, und daraus durch Abdampfen in Würfeln krytallisirt.

Dieser Würfeln habe ich mich mit Erfolg zur Darstellung des Broms bedient. Ich mische die Krytalle, nachdem sie gepülvert worden, mit gereinigtem Manganhyperoxyd und schütte auf das in einen kleinen Destillationsapparat gebrachte Gemisch eine durch die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser verdünnte Schwefelsäure.

Diese Säure, welche nur weisse Dämpfe und sehr wenig Brom entwickelt haben würde, wenn man sie mit den Krytallen allein in Berührung gesetzt hätte, oder sogar, wenn man sie im Zustande grosser Concentration hätte auf jenes Gemisch einwirken lassen, erzeugt unter diesen Umständen röthliche Dämpfe von Brom, die sich zu Tröpfchen verdichten. Man kann diese sammeln, wenn man den Hals der Retorte in einen mit kaltem Wasser gefüllten kleinen Recipienten bis zum Boden desselben hineinsteckt. Das Brom, welches daselbst in Dämpfen anlangt, löst sich in dieser Flüssigkeit; das, was sich in dem Halse der Retorte in Gestalt von Tröpfchen verdichtet, fällt wegen seines

großen specifischen Gewichtes auf den Boden des Gefäßes.

Welche Verwandtschaft auch das Wasser zu diesem Körper besitzt, die Schicht der Flüssigkeit, welche ihn umgiebt, ist bald gesättigt, und indem sie das Brom von allen Seiten umgiebt, schützt sie dasselbe gegen die auflösende Kraft der oberen Schichten. Um es im Zustande der Reinheit zu erhalten, und von dem Wasser, was es enthalten könnte, zu befreien, reicht es alsdann hin, dasselbe über Chlorcalcium zu destilliren.

#### IV. Von einigen Eigenschaften des Broms, namentlich von seinen physikalischen Eigenschaften.

Das Brom erscheint in Gestalt einer Flüssigkeit, die in Masse oder im Reflexe betrachtet, schwarzroth, in einer dünnen Schicht zwischen das Licht und das Auge gebracht aber hyazinthroth ist. Sein Geruch ist sehr unangenehm und erinnert an den der Oxyde des Chlors, obgleich er viel intensiver ist. Sein Geschmack ist sehr stark. Es greift organische Substanzen, Holz, Kork u. s. w. an, besonders die Haut, welche es dabei stark ins Gelbe färbt. Die Farbe, welche es dieser mittheilt, ist weniger intensiv, als die vom Jod erzeugte, und verschwindet wie diese nach einiger Zeit. Wenn die Berührung mit diesem Stoffe einige Zeit gedauert hat, verschwindet die Farbe nur mit Zerstörung der Epidermis. Es wirkt mit Heftigkeit auf die Thiere. Ein Tropfen einem Vogel in den Schnabel gebracht, reichte hin, ihn zu tödten.

Das specifische Gewicht, so weit ich es bei kleinen Quantitäten des Stoffes ausmitteln konnte, fand



sich zu 2,966. Das Brom erträgt eine Temperatur von  $-18^{\circ}$  C. ohne zu gefrieren. Es verflüchtigt sich leicht und diese große Flüchtigkeit schiebt sehr gegen sein specifisches Gewicht ab. Es ist hinreichend, einen Tropfen von Brom in ein beliebiges Gefäß zu bringen, um dasselbe sogleich mit einem sehr dunklen röthlichen Dampfe zu füllen, welchen man wegen seiner Farbe mit dem der salpetrigen Säure verwechseln würde, wenn er sich nicht von diesem durch eine Menge von Kennzeichen unterschiede. Bei  $+47^{\circ}$  C. fängt es an zu kochen. Die Wärme, deren Wirkung also den Aggregatzustand des Broms verändern kann, scheint keinen Einfluß auf die chemische Natur desselben zu besitzen. Ich bemerkte wenigstens keine Zersetzung, als ich seinen Dampf durch eine beschlagene und stark glühende Glasröhre gehen ließ.

Das Brom ist ein Nichtleiter der Volta'schen Electricität. Ich habe mich davon überzeugt, indem ich die beiden Pole in einem kleinen, zur Wasserzersehung geeigneten Apparat in Verbindung setzte. Diese Zersetzung, welche sehr wohl von Statten ging, wenn ich die Flüssigkeit direct durch Metalldrähte mit den Enden der Säule verband, hörte augenblicklich auf, wenn ich in den Schließungsbogen eine 3 bis 4 Linien lange Säule von Brom hineinbrachte. Die Electricität scheint auch nicht im Stande zu seyn, das Brom zu zersetzen. Diese Substanz dem Einfluß einer Säule ausgesetzt, die stark genug war, um Wasser, Salzlösungen etc. zu zerlegen, ließ mir weder eine Volumensverringerung, noch eine Gasentwicklung, noch eine Ablagerung irgend einer Substanz auf die Enden der

Schließungsdrähte von Platin, mit einem Worte, keine Spur von Zersetzung wahrnehmen.

Die Dämpfe des Broms können nicht die Verbrennung unterhalten. Eine angezündete Kerze, welche man in eine solche Atmosphäre eintaucht, erlöscht in dieser bald; vor dem Verlöschen brennt sie aber mit einer an der Basis grünen und an dem oberen Theile röthlichen Flamme, wie es im Chlorgase der Fall ist.

Das Brom löst sich in Wasser, in Alkohol und besonders in Aether auf. Schwefelsäure löst von demselben nur sehr geringe Mengen \*). Olivenöl wirkt auf dasselbe sehr langsam. Es röthet nicht die Lackmus-tinktur, aber es entfärbt dieselbe schnell, beinahe eben so augenblicklich, wie das Chlor. Die Auflösung des Indigo in Schwefelsäure wird gleichfalls durch dasselbe entfärbt.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

### XIII.

#### *Ueber die Aufbewahrung von trocknen Gasarten über Quecksilber;*

VON HERRN FARADAY.

Da man einen von mir angestellten und unter meinem Namen angeführten Versuch für interessant genug gehalten hat, um seine Richtigkeit zu bezweifeln, so bin

\*) Man kann diese Eigenschaft benutzen, um das Brom in unvollständig geschlossenen Gefäßen aufzubewahren, weil die leichtere Schwefelsäure ein Hinderniß für seine Verdampfung wird.

ich veranlaßt worden ihn zu wiederholen, und wenn auch der frühere Versuch nicht von mir bekannt gemacht ist, so bin ich doch geneigt, den späteren und

Hr. Faraday bezieht sich hier ohne Zweifel auf einen Aufsatz im Journ. of Science No. XXXIX, worin Hr. Daniell auf p. 86 einen ähnlichen Versuch, wie den hier beschriebenen, unter Hr. Faraday's Namen angeführt hat. Hr. Daniell bestreitet nämlich daselbst den früher (f. d. Ann. Bd. 72. S. 372) von Hr. Humphry Davy aufgestellten Satz, daß das Quecksilber, wie andere Flüssigkeiten, Luft auflösen und mittelst einer solchen Absorption Luft in das Vacuum der Barometer gebracht werden könne, indem er dagegen behauptet, daß die Luft zwischen dem Quecksilber und der Glasröhre eindringe und auf diesem Wege zum Vacuo gelange. Zur Stütze dieser Behauptung beruft Hr. D. sich auf den eben erwähnten Versuch des Hrn. F., außerdem aber noch auf einen Versuch von Hrn. Belfanti (Giornale di fisic. Vol. VI. p. 20), dem zu Folge eine Portion Quecksilber, welche zuvor mit Luft und Wasser geschüttelt, in gewöhnlicher Temperatur getrocknet und dann mittelst eines dazu geeigneten Trichters auf den Boden einer mit Quecksilber gefüllten und darauf ausgekochten Barometerröhre gebracht worden war, keine Luft gegeben hatte, als nachgehends die Röhre umgekehrt und ihr oberes Ende stark erhitzt wurde. Dies sind auch gewiss die stärksten Beweisgründe, die Hr. Daniell für seine Meinung beigebracht hat. Seine eignen Versuche können bei diesem Streite im Grunde nichts entscheiden, da sie sich eben sowohl für die eine, wie für die andere Ansicht gebrauchen lassen und auch wirklich gebraucht sind, indem sie sehr nahe mit einem der Versuche zusammenfallen, durch welchen Hr. Davy zu der Annahme einer Absorptionsfähigkeit des Quecksilbers für die Luft geleitet worden ist. Hr. Daniell beschränkte sich nämlich darauf, Quecksilber in einer Röhre auszukochen, die Röhre, in einem Quecksilberbassin und unten geöffnet, der Luft auszusetzen und nun die Depression dieses ausgekochten Quecksilbers

genaueren der Oeffentlichkeit zu übergeben, weil er einen strengen Beweis liefert, wie schwer sich trockne Gasarten durch Quecksilber allein absperrn lassen. In

mit der von unausgekochtem in einer andern Röhre messend zu vergleichen, wobei er denn fand, daß die erstere bald der letzteren gleich wurde, und sich auch alsdann das ausgekochte Quecksilber beim Erhitzen wiederum mit Luftblasen bekleidete. Indefs ist wohl nicht zu läugnen, daß ein anderer Versuch des Hrn. Davy, wo frisch gekochtes und an der Luft erkaltetes Quecksilber beim Erhitzen in einer Barometerröhre Luftblasen gab, obgleich es zuvor ganz dicht an dieselbe angeschlossen hatte, sich eben so gut durch eine der Glasröhre noch adhärende Luftschicht, als durch eine im Quecksilber aufgelöste Portion von Luft erklären läßt. Auch ist es wohl wahrscheinlich, daß, wenn wirklich Luft in das Vacuum der Barometer übergeführt wird, anders als auf rein mechanischem Wege durch äußere Umstände, es nur in der von Hrn. Daniell angedeuteten Art geschieht; doch mag die Entscheidung dieses Punktes denen überlassen bleiben, die über ihn aus eigener Erfahrung reden können.

Um das Aufsteigen der Luft zwischen dem Quecksilber und dem Glase bei Barometerröhren zu verhüten, empfiehlt Hr. Daniell a. a. O. p. 88 an die Mündung der Röhren einen Ring oder kurzen Cylinder von Platin anzuschweißen und die Füllung alsdann wie gewöhnlich auszuführen. Das Quecksilber, indem es sich mit dem Platin amalgamirt, schließt nun dicht an die Röhre an und verstatet der Luft keinen Eintritt; auch soll das Platin hiebei nicht merklich aufgelöst werden. Dies sinnreiche Mittel ist indes nur auf Gefäßbarometer anwendbar; bei Heberbarometern, wo ein solches in mancher Hinsicht noch wünschenswerther wäre, würde dadurch die Beobachtung am unteren Schenkel gehindert; es sey denn, man befestigte den Platin-Ring oder -Cylinder in der Quecksilbersäule selbst, unterhalb der Kuppe.

Hr. Faraday hält es für wahrscheinlich, daß bei seinen

einer auf der Quecksilberwanne befindlichen Flasche wurden zwei Volumina Wasserstoffgas mit einem Volum. Sauerstoffgas gemischt und mit geschmolzenem Chlorcalcium in Berührung gebracht, um alles hygrometrische Wasser zu entfernen. Nun wurden von Glasflaschen, die ungefähr drei Unzen fassten, drei ausgefucht, deren Glasstöpsel sehr genau in sie eingerieben waren; diese wurden gut gereinigt, getrocknet und alles Fett von den Stöpseln entfernt. In diese Glasflaschen wurde über der Quecksilberwanne so viel von dem Gasgemisch gebracht, daß sie ungefähr zu vier Fünftel davon gefüllt wurden, während das Quecksilber den übrigen Raum einnahm. Die Stöpsel wurden dann wieder eingesteckt, so dicht als es geschehen konnte; die Flaschen in umgekehrter Stellung in Gläser gebracht, und Quecksilber rund um die Stöpsel und

72  
Versuchen jede Gasart einen gleichen Ausweg gefunden haben würde, wie das Wasserstoffgas, und dieser Meinung läßt sich auch wohl geradezu nichts entgegensetzen. Indefs wäre es nicht unmöglich, daß bei diesen Versuchen auch die vom Hofrath Döbereiner entdeckte Eigenschaft der capillaren Räume mitgewirkt hatte. Hofr. D. fand nämlich (s. dessen Schrift: Ueber neu entdeckte, höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins und die pneumatisch-capillare Thätigkeit gesprungener Gläser (Jena 1823)), als er Wasserstoffgas über Wasser in Glasgefäßen aufbewahrte, die einen Riß hatten, daß das Gas aus diesen Gefäßen entwich und das innere Niveau des Wassers, anscheinend allen Gesetzen der Hydrostatik zuwider, um fast 3 Zoll gehoben wurde. Atmosphärische Luft, Sauerstoffgas und Stickgas zeigten unter gleichen Umständen die Erscheinung nicht. Diese Entdeckung hat die Welt nicht so in Bewegung gesetzt, wie die zugleich mit ihr bekannt gemachte, ist aber dennoch nicht minder merkwürdig, als jene. P.

Hälfte gegossen, bis es beträchtlich über ihnen stand, doch nicht ganz so hoch, als der Spiegel des Quecksilbers innerhalb. So vorbereitet wurden sie in einen dunkeln Schrank gesetzt und dieser darauf versiegelt. Diefs geschah am 28. Juni 1825, und am 15. Sept. 1826, also nach einem Zeitraume von 15 Monaten, wurden sie untersucht. Die Siegel waren unverletzt und die Flaschen fanden sich genau so, wie sie hineingesetzt waren; das Quecksilber stand noch inwendig höher als auswendig. Eine der Flaschen wurde in die Quecksilberwanne gebracht und ein Theil ihres gasigen Inhalts herausgenommen. Bei der Untersuchung zeigte sich, daß dieser aus gemeiner Luft bestand und daß keine Spur von dem ursprünglichen Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in der Flasche geblieben war. Eine zweite wurde auf dieselbe Art untersucht und es ergab sich, daß sie noch etwas von der verpuffenden Mischung enthielt. Ein Theil davon mit einem Stück Platinschwamm in die Röhre gebracht, bewirkte ein dunkles Glühen des Platins; es fand keine Verpuffung Statt, wohl aber eine Verringerung von etwas weniger als die Hälfte. Der Rückstand unterhielt das Brennen ein wenig besser, als gemeine Luft. Dem Anscheine nach war also von der Mischung aus Sauerstoff- und Wasserstoff-Gas fast die Hälfte entwichen und durch gemeine Luft ersetzt worden. Die dritte Flasche, auf ähnliche Art untersucht, lieferte gleichfalls eine verpuffende Mischung, und es fand sich bei der Probe, daß es beinahe zwei Fünftel von dem Sauerstoff-Wasserstoffgas-Gemisch enthielt und der Rest ein wenig reicher an Sauerstoff war, als gemeine Luft.

Es läßt sich wohl nicht gut annehmen, daß die Fähigkeit, zwischen Glas und Quecksilber zu entweichen, auf die hier untersuchte Mischung eingeschränkt sey; vielmehr ist es wahrscheinlich, daß jede andere Gasart, welche keine Wirkung auf Quecksilber und Glas besitzt, einen ähnlichen Ausweg gefunden haben würde. Es ist auch aller Grund da, zu glauben, daß eine geringe Menge Fett um die Stöpsel diese völlig dichthaltend gemacht haben würde. (Journ. of Science No. XLIII. 220.)

---

## XIV.

*Notiz in Betreff der Abhandlung über die Flußspathsäure und deren merkwürdigste Verbindungen; von J. J. Berzelius.*

[Aus einem Schreiben des Hrn. Verfassers an den Herausgeber.]

— Die Fortsetzung meiner Versuche über die Verbindungen der Flußspathsäure, welche ich in der letzten Abtheilung meiner Abhandlung über dieselben versprochen habe, finde ich mich jetzt genöthigt, entweder ganz zu unterdrücken, oder auf längere Zeit zu verschieben. Ein ausgezeichnete französische Chemiker, welcher durch einige zu dieser Fortsetzung gehörende, vor der Zeit und unvollständig bekannt gemachte Versuche über das Verhalten des Chroms zum Chlor im Vergleich mit dessen Verhalten zum Fluor, scheint überrascht worden zu seyn, hat diese Materie aufgenommen und die Fortsetzung derselben zum Gegenstand seiner Untersuchung gemacht, auch geeilt, die vorläufig von ihm gefundenen Resultate bekannt zu machen. Die Wissenschaft ist das freieste aller Felder für die Beschäftigung des Menschen; ich habe folglich kein Recht, mich zu beklagen, daß ein Anderer denselben Stoff zum Gegenstande seiner Forschung machte, auf den ich eine mehrjährige Arbeit verwand-

te. Nur das muß ich beklagen, daß meine Lage, in Bezug auf den Mittelpunkt für Europas gelehrte Mittheilungen, mich nöthigt, als billige Vorsicht, um nicht meine Zeit mit etwa schon bekannten Untersuchungen zu verschwenden, sowohl diese, als auch jede andere Untersuchung anzugeben, von der ich benachrichtigt bin, daß sie ein Anderer in der Nachbarschaft des Mittelpunktes gelehrter Mittheilungen vorgenommen hat. — —

## XV.

*Notiz in Bezug auf den Aufsatz: Ueber eine Unvollkommenheit in der bisherigen Theorie der Ebbe und Fluth; vom Hrn. Staatsrath, Ritter und Professor Parrot, Mitglied der K. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Verfassers an den Herausgeber.)

Als ich Hrn. Hofrath Gaußs in meinem Aufsatze über die Lehre der Ebbe und Fluth ersuchte, sich über meine Zweifel gefälligst zu erklären, zog es dieser berühmte Gelehrte vor, diesen Gegenstand in Privat-Briefen mit mir zu verhandeln.

Der Erfolg dieser mir so schätzbaren Correspondenz war, daß der gewöhnliche Vortrag, auch durch die Erläuterungen des Hrn. Prof. Gaußs unterstützt, mir nicht genügend erschien. Dagegen hat dieser eben so gefällige als tiefdenkende Mathematiker mir ein anderes, ihm wahrscheinlich eigenthümliches, Princip der Erklärung zur Theorie der Ebbe und Fluth geliefert, das nach meiner Ueberzeugung keinen Zweifel zurückläßt.

So sehr ich wünsche, daß dasselbe zur allgemeinen Kenntniß komme, so enthalte ich mich doch der Publication desselben, welche nur aus der Feder seines Erfinders jedem Gelehrten am willkommensten seyn muß.

*Parrot,*

Mitglied der K. Akademie der Wissenschaften  
zu St. Petersburg u. Dorpater Prof. emerit.



Fig. 2

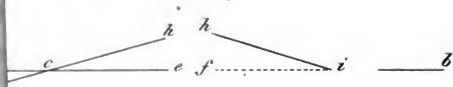
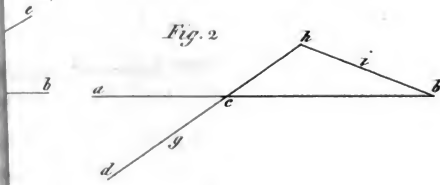


Fig. 4

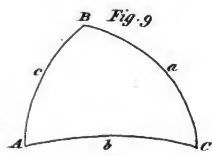
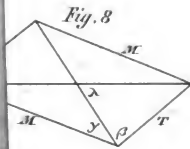
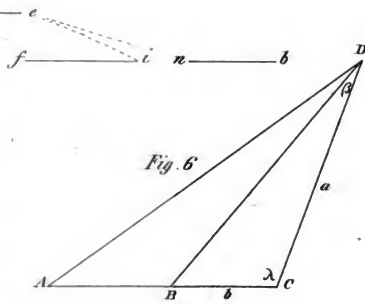
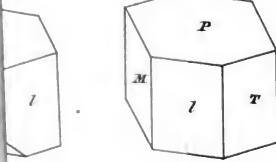


Fig. 11





---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, ZEHNTES STÜCK.

---

## I.

*Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden  
und täglich in regelmässigen Perioden geschehenden  
Veränderungen der Erdatmosphäre;*

von

G. G. HÄLLSTRÖM \*).

---

Es sind bereits 162 Jahre verflossen, seitdem der Dr. John Beale in England die Entdeckung machte, daß das Barometer oftmals, im Winter wie im Sommer, an kalten Morgen höher stehe, als in den wärmeren Mittagsstunden \*\*), und diese Entdeckung wurde 74 Jahre später durch Godin und Condamine bestätigt, als dieselben während ihres Aufenthaltes zu

\*) Aus den Kongl. Vetensk. Acad. Handling. für 1826 St. I. frei übersetzt. [Eine analoge Arbeit wie die vorliegende ist kürzlich vom Hrn. v. Humboldt im neuesten Theile seines Reise- werkes bekannt gemacht. Was von derselben zur Vervollständigung der gegenwärtigen Abhandlung dienen kann, soll, wo möglich, am Schlusse dieser hinzugefügt werden P.]

\*\*) Philosophic. Transact. Vol. I. für d. J. 1665 et 1666 No. 9. p. 157.

Quito im Jahre 1738 durch fortgesetzte Beobachtungen fanden, daß das Barometer täglich um 9 Uhr Morgens am höchsten und um 3 Uhr Nachmittags am tiefsten stehe, im Mittel um  $1\frac{1}{2}$  par. Lin. von einander verschieden \*). Diese Erscheinung veranlaßte den Schluss, daß der Druck der Erdatmosphäre an jedem Tage periodisch ab- und zunehme und in der Luftmasse eine eben so regelmäßige Schwankung Statt finde, wie im Weltmeere die Ebbe und Fluth. Man fand bald, daß diese Schwankung, so wie die Wirkung derselben auf das Barometer vorzüglich der Anziehung der Sonne zuzuschreiben sey, auch sah man ein, daß sie in den Aequatorialregionen am merklichsten seyn müsse, theils weil dort die Sonne mehr wie anderswo winkelrecht gegen die Erde wirkt und hiedurch eine größere Hebung und Senkung in der Luft entsteht, theils weil dort die zufälligen, von der Witterung herrührenden, Barometerveränderungen gering, ja fast unmerklich sind, und dadurch die periodischen Oscillationen allein sichtbar bleiben. Weil jedoch die letzteren selbst unter dem Aequator nicht beträchtlich sind, so schloß man, müßten sie unter höheren geographischen Breiten unmerklich werden, und um so mehr, je weiter von den Tropen, besonders da die zufälligen Veränderungen der Luft immerfort an Größe zunehmen, sich mit den regelmäßigen Oscillationen vermischen und diese, wenn sie auch daselbst Statt fänden, verdecken würden. Eine zu strenge Beachtung dieser theoretischen Ansicht machte, daß man in den ge-

\*) Journal du Voyage à l'équateur; par Mr. de la Condamine, à Paris 1751. p. 50 et 109.

mäßigten Zonen lange alle Forschungen nach den regelmäßigen Oscillationen bei Seite setzte, und so verging ein halbes Jahrhundert, bevor man in Europa angab, eine sichere Anzeige von ihnen bemerkt zu haben.

Es war nämlich erst zu Anfange des Jahres 1780, nachdem der Sinn zu Forschungen über die Veränderungen in der Erdatmosphäre die meteorologische Gesellschaft zu Manheim gebildet hatte, als einige Physiker in Italien und Deutschland anfangen, ihre Barometerbeobachtungen genau zu untersuchen, und sie sich dadurch überzeugten, daß auch bei ihnen die täglichen Perioden in dem Drucke der Luft zu bemerken seyen. Die desfalligen Angaben wurden anfänglich nicht allgemein geglaubt, vermuthlich weil sie nicht unter sich in allen Theilen völlig übereinstimmten. Selbst in spätern Zeiten wurden sie noch von diesem oder jenem bezweifelt. Die Behauptungen von Toaldo wurden von Frisi bestritten. Planer fand, daß das Barometer von 10 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags und von 10 Uhr Abends bis 2 Uhr Morgens mehr falle und weniger steige, daß es dagegen am Morgen und Abend von 6 bis 10 Uhr mehr steige und weniger falle, wie an den übrigen Tageszeiten. Chiminello gab an, daß das Barometer um Mittag und um Mitternacht falle; Henner aber, daß es am Tage wie in der Nacht, zwischen 11 und 1 Uhr mehr falle und weniger steige, als zu andern Zeiten \*). Casan dagegen, welcher zu St. Lucie die periodischen Schwankungen des Barometers beobachtete, gab die-

\*) Gren's Journ. der Physik B. II. 1790. S. 218.

selben als unregelmäßig an und längnete noch im Jahre 1791, daß sie in den gemäßigten Zonen zu bemerken wären \*). Dasselbe wurde 19 Jahre später in v. Zach's monatlicher Correspondenz für März 1810 p. 225 behauptet. Lachapelle hielt sich durch seine in Montauban gemachten Beobachtungen überzeugt, daß das Barometer um 7 Uhr Vormittags steige, um  $2\frac{1}{2}$  Uhr Nachmittags falle, um  $10\frac{1}{2}$  Uhr Nachmittags wiederum steige und nach Mitternacht abermals falle \*\*). Unter Ramond's Angaben scheinen einige Widersprüche zu herrschen. Bei den Pyrenäen fand er im J. 1802 und 1803, daß das Barometer, im Winter, von 9 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags falle und von 3 bis 9 Uhr wieder steige, daß es aber im Sommer von 8 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags falle und von 4 bis 8 Uhr wiederum steige, und der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande ein Millimeter betrage \*\*\*). Dies stimmt mit dem Verhältnisse in wärmeren Ländern einigermaßen überein, besonders wenn man die angeführten Stundenzahlen nur als ungefähre Angaben in runden Zahlen betrachtet. Dagegen gab er für *Clermont-Ferrand* an, daß das Barometer früh Morgens am höchsten stehe, sich dann am Vormittage und ein wenig am Nachmittage senke, wiederum am Abend steige, ohne jedoch dieselbe Höhe wie am Morgen zu erreichen, und gleich darauf falle, um nach Mitternacht bis zu seinem Maximum am Morgen zu steigen. Der mitt-

\*) Gren's Journ. der Physik Bd. III. S. 109.

\*\*) Gilbert's Annalen der Physik Bd. II. S. 362.

\*\*\*) Gilber's Annalen Bd. XXXII. S. 224.

lere Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande sollte *ein* Millimeter betragen \*). Diese Angaben scheinen nicht ganz dem richtigen Verhältnisse zu entsprechen. Horsburgh nahm auf einer Reise von London nach Bombay und Canton i. J. 1802 und 1805 die täglichen periodischen Barometerveränderungen sogleich wahr, wie er unter die Tropen kam. Er fand, daß das Barometer von 8 bis 12 Uhr Morgens unverändert und am höchsten stehe, daß es dann bis 4 Uhr Nachmittags falle, darauf bis 9 oder 10 Uhr steige, bis Mitternacht still stehe und nun abermals bis 4 Uhr Morgens falle. Er fügte die Bemerkung hinzu, daß diese Veränderungen, so lange er im Hafen liegen blieb, oder als das Barometer auf das Land gebracht wurde, nicht wahrgenommen werden konnten \*\*). Eschwege fand zu Villa Ricca in Brasilien (unter 21° südl. Br. u. 27° westl. Länge von Ferro) das Barometer am Morgen und Abend um 9 Uhr am höchsten, um 3 Uhr Nachmittags am niedrigsten und stillstehend in der Nacht \*\*\*). Dr. Parrot giebt an, nach 14 tägigen Beobachtungen zu Mailand, daß das Barometer am Vormittage von 6 bis 11 Uhr um 1,18 Millimeter steige, von da bis 4½ Uhr Nachmittags falle, sodann bis gegen Mitternacht steige und darauf bis 6 Uhr Morgens wiederum falle †).

Alle die bis jetzt angeführten Angaben sind nur

\*) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie Bd. VIII. S. 501.

\*\*) Philosophic. Transact. für 1805. Pt. II. p. 177.

\*\*\*) Gilbert's Annalen Bd. LIX. S. 119.

†) Reise in den Pyrenäen im J. 1817. p. 199.

ungefähre Angaben eines Verhältnisses, welches durch eine große Anzahl zweckmäßig angestellter Beobachtungen näher bestimmt werden muß. Diese Bestimmung muß natürlich zuerst bei den Orten versucht werden, wo das Phänomen sich am deutlichsten äußert. Deshalb sind die Angaben, die man über den Barometerstand in den Aequatorialregionen, so wie im Allgemeinen über den zwischen den Wendekreisen besitzt, von großem Werthe, besonders wenn sie zugleich vollständig genug sind, daß sie zu einem wissenschaftlichen Zwecke gebraucht werden können. Aber nicht weniger wichtig sind die in höheren Breiten angestellten Beobachtungen, theils weil sie zeigen, daß sich diese Schwankungen auch hieselbst wiederfinden, theils auch weil sie die darin Statt findenden Veränderungen kennen lehren. Um diesen Gegenstand aufzuhellen, habe ich mich bemüht, von mehreren Orten Materialien zu sammeln, und werde hier darzustellen suchen, wozu ich diese und meine eigenen Beobachtungen angewandt habe.

Unter denen, die über die Veränderungen der Erdatmosphäre Beobachtungen hinterlassen haben, die vollständig genug sind, daß sie zu einer Berechnung gebraucht werden können, haben einige bloß zwischen den Tropen, andere bloß außerhalb denselben beobachtet. Lamanon machte in dieser Absicht Barometerbeobachtungen am stillen Meere, zwischen  $1^{\circ} 5'$  nördlicher und  $1^{\circ} 34'$  südlicher Breite und unter  $181^{\circ} 40'$  Länge (der Vermuthung nach westlich von Paris) zugleich mit Thermometerbeobachtungen für jede Stunde des Tages. Diese Beobachtungen schränken sich jedoch auf 4 Tage im September des Jahres



1785 ein \*). Auf Veranlassung von Traill und Farquhar, die hierüber ihre Erfahrung mitgetheilt hatten, zeichnete Dr. Balfour den Barometerstand in Calcutta ( $22^{\circ}35'$  N. Br. und  $86^{\circ}9'$  O. L. v. Paris) auf, fast zu allen Stunden während der 30 Tage vom 31. März bis 29. April 1794, liefs aber aufer Acht, die Temperatur des Barometers bei den Beobachtungszeiten anzugeben \*\*). Ungeachtet dieser nicht geringen Mangelhaftigkeit sind diese Beobachtungen dennoch von vorzüglichem Werth, deshalb, weil sie für einen Ort gelten, der fast diametral denjenigen Regionen gegenüberliegt, aus welchen in den Tropenländern die meisten Beobachtungen dieser Art mitgetheilt sind. — v. Humboldt's Beobachtungen aus den Aequatorialregionen in Südamerika sind, auf  $0^{\circ}$  C. reducirt, durch das Resultat einer von Prony angestellten Rechnung bekannt \*\*\*). Wie diese Rechnung bewerkstelligt worden und wie die Originalbeobachtungen beschaffen sind, habe ich nirgendwo angegeben gefunden. Es fehlt nicht an Grund, zu wünschen, daß sie aufs Neue berechnet werden könnten. — Horner, als er Krusenstern auf seiner Reise um die Erde begleitete, zeich-

\*) Gilbert's Annalen Bd. VI. S. 201.

\*\*) Asiatic Researches Lond. 1807. Vol. IV. p. 189. nicht Vol. X. p. 190, wie nach Farquhar von mehreren Schriftstellern unrichtig citirt wird.

\*\*\*) In des Ersteren Voyage Part. IV. Astron. T. I. p. 289; man vergl. auch dessen Geographie des Plantes p. 90 u. f. w. [Die Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt sind jetzt im neuesten Theile der Relation historiq. dem Publikum überliefert. P.]

neste unter dem Beistande von Langsdorff den Baro- und Thermometerstand 61 Tage hindurch auf, vom 16. April bis zum 25. Juni, zwischen 25° südl. und 27° nördl. Breite und zwischen 107° und 186° westl. Länge von Paris \*). Diese Beobachtungen sind ohne Widerrede die besten und wichtigsten, welche man über diesen Gegenstand aus den westlichen Tropenregionen besitzt. — Simonoff (Professor in Kasan), welcher auf der russischen Corvette Vostock den Kapitain Bellinghausen auf seiner Reise um die Welt begleitete, beobachtete den Barometerstand und die Temperatur bei der Insel Otahaiti im Südmeere (17° 29' südl. Breite u. 151° 50' westl. Länge von Paris) zu jeder Stunde während der sieben Tage vom 25. bis 29. Juli 1820. Diese Beobachtungen gelten für dieselben Regionen, für die Horner seine Barometerbeobachtungen angestellt hat, und deshalb müssen sich die Angaben beider gegenseitig controliren. — Die meisten dieser Beobachtungen sind zwar nur eine ziemlich kurze Zeit hindurch angestellt, und sie umfassen also auch nicht alle Jahreszeiten; allein dennoch kann man das Resultat derselben als sehr belehrend und in mancher Hinsicht als genügend betrachten, weil bekanntlich, wie schon bemerkt worden, in den Aequatorialregionen fast keine zufällige Barometerveränderungen wahrnehmbar sind und die periodischen Oscillationen also nicht von ihnen gestört wer-

\*) Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Petersbourg T. I. p. 450 etc. und Krusensterns Reise um die Welt, St. Petersburg 1812. 3. Thl. S. 154 etc.

den, weshalb denn diese sich in kürzerer Zeit bestimmen lassen.

Was nun die Frage über das Daseyn der Luftoscillationen unter höheren Breiten betrifft, so haben, wie schon bemerkt, mehrere Naturforscher vermuthet, sie könnten nicht am Barometer wahrgenommen werden, ohne Zweifel aus dem Grunde, weil die zufälligen mit dem Wetterwechsel zusammenhängenden Barometerveränderungen immer mehr und mehr gegen den Pol hin wachsen, die regelmässig periodischen hingegen abnehmen, und dadurch die letztern versteckt, ja vielleicht ganz unterdrückt werden. Deshalb hat es auch lange Zeit für fruchtlos gegolten, auf solche Beobachtungen in dem nördlichen Theile der Erde Mühe zu verwenden. Dagegen hielten es andere für wahrscheinlich, dass man durch eine grosse Menge von Beobachtungen die täglich constant wiederkehrenden Aenderungen bemerkbar machen könnte, da die zufälligen Stöße sich vermuthlich dabei gegenseitig aufheben würden. Und in Wahrheit wurde diese Vermuthung schneller, als anfänglich zu erwarten stand, vollkommen bestätigt gefunden; indem man die Erfahrung machte, dass man sich schon innerhalb eines Monates von der Richtigkeit derselben überzeugen könnte. Indess ist leicht einzusehen, dass längere Zeit hindurch fortgesetzte Beobachtungen nöthig sind, um die Gesetze dieser Erscheinung sicher kennen zu lernen. Die Beobachtungen, welche hiezu passlich sind und ich Gelegenheit gehabt habe, kennen zu lernen, sind folgende: — Chiminello zeichnete den Barometerstand zu Padua im Laufe der Jahre 1778, 1779 u. 1780, 420 Tage hindurch zu 18 Stunden am

Tage auf, und mittelst dieser füllte er durch Interpolation die in den Nachtstunden gebliebenen Lücken aus. Ob er die beobachteten Stände zugleich auf eine und dieselbe Temperatur reducirt habe, sagt er nicht ausdrücklich; allein es wird dadurch wahrscheinlich, daß er, um zu seinem Behufe eine solche Reduction leichter zu bewerkstelligen, die Linien seines Barometers, nach der Methode von De Luc, in 160 Theile getheilt hatte. Nach dem mittleren Resultate aus diesen Beobachtungen zeichnete er eine Curve, um die Beschaffenheit der periodischen Aenderungen anschaulich zu machen \*). — Von dieser Zeit an verflossen vierzig Jahre, ohne daß recht zweckmäßige Materialien zur näheren Untersuchung des in Frage stehenden Unternehmens für Europa zum Vorschein kamen, bis v. Yelin in München seine stündlichen Barometerbeobachtungen für die Monate August bis December 1819 und Januar bis März 1820 bekannt machte, und für diesen Ort das in südlichen Ländern bekannte Verhältniß bestätigte \*\*). Je nördlicher ein Beobachtungsort liegt, desto nothwendiger wird es aus doppeltem Grunde, bei jeder Barometerbeobachtung die Temperatur aufzuzeichnen. Mit der geographischen Breite wächst der Unterschied zwischen der Temperatur am Tage und in der Nacht, und bei den täglichen periodischen Veränderungen des Barometers wird der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande verringert. Es kann daher der Fall eintreten,

\*) Ephemerides Societatis Meteorolog. Palatinae T. IV. p. 230.

\*\*) Versuche und Beobachtungen zur näheren Kenntniß der Zambonischen trocknen Säule. München 1820. S. 59.

und desto eher, je nördlicher der Beobachtungsort liegt, daß die Wirkung der Wärme auf die Quecksilberssäule vielfach die durch cosmische Ursachen bewirkten periodischen Veränderungen des Barometers übertrifft und man also Gefahr läuft, von einer nur scheinbaren Periodicität einer ganz anderen Art, als der gesuchten, irre geleitet zu werden. Die zuletzt genannten Beobachtungen können von dieser misleitenden Wärmewirkung nicht befreit werden, weil die Temperatur nur im Mittel des ganzen Tages angegeben ist; deshalb scheinen auch diese Barometerbeobachtungen mehr für die periodischen Schwankungen zu beweisen, als sie wirklich leisten. — Den einige Jahre später zu *Paris* und Halle angestellten Barometerbeobachtungen gelte wiederum die Vollständigkeit ab, welche zu der in Frage stehenden Untersuchung nöthig ist. Daß sie jedoch nicht ganz unbrauchbar seyen, soll hier weiterhin an seinem Orte gezeigt werden. Aeußerst ungern vernimmt man aber, daß die Beobachtungen noch nicht zugänglich sind, welche Flaugergues zu Viviers unter  $44^{\circ} 29'$  nördl. Breite sechszehn Jahre hindurch angestellt hat, um die Wirkung des Mondes auf den Druck der Atmosphäre zu bestimmen, welche Wirkung nach ihm einer weiteren Bestätigung durch länger fortgesetzte Beobachtungen bedarf \*). — Endlich hat man auch durch die Nordpol-Expedition von Parry einige Angaben erhalten, die das in Frage stehende Phänomen für eine sehr hohe Breite wie  $74^{\circ} 45'$ , unter der die Melville's Insel liegt, zum Theil kennen lehren. Daniell hat dieselben zu-

\*) Correspond. astronomiq. du Baron de Zach, Vol. XIII. p. 20.

sammengetragen, in der Absicht, eine von ihm schon früher gemachte Hypothese über die Ursachen und das Verhältniß der periodischen Barometeränderungen auf die Probe zu stellen \*). Er leitet sie von den Bewegungen ab, die durch Zunahme der Wärme von den Polen noch zu dem Aequator hin verursacht werden. Er bemerkt, daß, wenn das Wärmeverhältniß in der unteren und oberen Luft unter allen Breiten dasselbe wäre, der Druck der Luft alsdann unveränderlich seyn würde, daß aber eine Wärmeänderung, die auf die unteren und oberen Theile der Luft ungleich wirkt, partielle Ausdehnungen und dadurch periodische Oscillationen erzeugen müßte. Er nimmt jedoch an, daß die letzteren bei einem etwas beträchtlichen Abstände vom Aequator aufhören und dann ein entgegengesetztes Verhältniß bis zum Pole hin eintrete, so daß das Barometer dort sinken müsse zu Zeiten, wo es am Aequator steigt und umgekehrt. Dieses entgegengesetzte Verhalten, meint er, habe bei der Melville's Insel Statt gefunden; wie viel Grund er zu dieser Meinung gehabt, soll weiterhin gezeigt werden. Jetzt mag nur bemerkt seyn, daß von den drei, von ihm angeführten, Beobachtungsreihen nur die, welche seine Tafel III enthält, zu einer vollständigeren Berechnung geeignet ist, wogegen die beiden übrigen, da ihnen die Zwischenglieder fehlen, kein zuverlässiges Resultat geben können. Wenn man nämlich auf eine Ebene die Punkte aufträgt, welche von den dortigen Beobachtungszeiten und daselbst beobachteten Barometer-

\*) The Quarterly Journal of Science Literature and Arts, Vol. XVII. p. 192.

ständen als rechtwinklige Coordinaten bestimmt werden, so kann man zwar durch diese Punkte eine krumme Linie ziehen, die der Daniell'schen Hypothese günstig ist; aber weil dieser Punkte nur wenige sind, so hindert auch nichts, eine andere Curve durch sie zu ziehen, die ein derselben widersprechendes Resultat liefert. Diese Beobachtungen scheinen also weder die Hypothese zu bestätigen, noch können sie als Grund dienen, dieselbe zu werfen. Bei der Beobachtungsreihe, die hier dennoch weiterhin zur Berechnung gebraucht worden ist, muß überdies bemerkt werden, daß nur bei einem Theile derselben die Temperatur angegeben ist, und der Mangel dieser Angabe bei den übrigen macht, daß nicht einmal dieser Theil gebraucht werden kann. Er dient nur, um zu zeigen, daß die Temperaturdifferenzen an den verschiedenen Tageszeiten so bedeutend gewesen, daß die Aufmerksamkeit auf sie eine durchaus unumgängliche Bedingung wird, wenn man für diesen Ort ein etwas zuverlässiges Resultat erhalten will.

Die Beobachtungen, welche die zuvor genannten Naturforscher gesammelt haben, zeigen gewiß schon in ihrem rohen Zustande die Beschaffenheit des in Frage stehenden Phänomens im Allgemeinen an. Will man dasselbe aber genauer und im Einzelnen aus ihnen kennen lernen, muß man erwägen, daß sie unvermeidlich mit mehr oder weniger großen Beobachtungsfehlern behaftet sind, und daß diese in der Bestimmung der einzelnen Angaben bedeutend irre führen können, wenn sie nicht durch eine schickliche Berechnung, am besten durch die Methode der kleinsten Quadrate, eliminirt werden. Der Gegenstand ist mir

wichtig genug erschienen, um zu einer solchen Berechnung aufzufordern, und da ich willens bin, dieselbe hier auszuführen, so muß es zuerst in Betracht kommen, als welche Function von den Beobachtungszeiten der Barometerstand am paßlichsten zu betrachten ist. Da nämlich das Phänomen sich durch zwei Maxima und zwei Minima innerhalb 24 Stunden auszeichnet, dasselbe in allen seinen Theilen in den nächsten 24 Stunden wiederkehrt, und so fort, so sieht man leicht, daß eine Art *Linea Sinuum* die zu den Beobachtungszeiten, als Abscissen, coordinirten Barometerstände am natürlichsten bestimmen wird. Deshalb schien hier eine von Bessel \*) zu anderen Zwecken gebrauchte trigonometrische Function vor allen andern angewandt werden zu müssen. Ich nehme folglich an

$$B^{(t)} = \beta + u' \sin\left(t \cdot \frac{2\pi}{n} + v'\right) + u'' \sin\left(t \cdot \frac{4\pi}{n} + v''\right)$$

wo  $B^{(t)}$  der Barometerstand für die Zeit  $t$  ist, die nach Sitte der Astronomen von 12 Mittags an gerechnet ist,  $\beta$  ist der mittlere Stand des Barometers,  $n$  die Anzahl der Beobachtungsstunden während des Tages,  $\pi$  ein Bogen von  $180^\circ$ ;  $u'$  und  $u''$  sind Zahlencoefficienten, aber  $v'$  und  $v''$  Winkel, welche durch die gegebenen Beobachtungsgrößen bestimmt werden müssen. In den meisten hier vorkommenden Fällen ist  $n = 24$ , und folglich  $\frac{2\pi}{n} = 15^\circ$  und  $\frac{4\pi}{n} = 30^\circ$ , weshalb die obige Gleichung diese Form erhält:

$$B^{(t)} = \beta + u' \sin(t \cdot 15^\circ + v') + u''(t \cdot 30^\circ + v'')$$

\*) Dessen *Astronomische Beobachtungen*, T. I. p. X.



Wird diese Function nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt und bezeichnet man mit den römischen Ziffern: O, I, II, III, IV etc. die Barometerstände für die Stunden 0, 1, 2, 3, 4 etc., so erhält man folgende Werthe:

$$12 u' \sin v' \left\{ \begin{array}{l} (I - XI - XIII + XXIII) \cos 15^\circ \\ (II - X - XIV + XXII) \cos 30^\circ \\ (III - IX - XV + XXI) \cos 45^\circ \\ (IV - VIII - XVI + XX) \cos 60^\circ \\ (V - VII - XVII + XIX) \cos 75^\circ \\ O - XII \end{array} \right\}$$

$$12 u' \cos v' \left\{ \begin{array}{l} (I + XI - XIII - XXIII) \sin 15^\circ \\ (II + X - XIV - XXII) \sin 30^\circ \\ (III + IX - XV - XXI) \sin 45^\circ \\ (IV + VIII - XVI - XX) \sin 60^\circ \\ (V + VII - XVII - XIX) \sin 75^\circ \\ VI - XVIII \end{array} \right\}$$

$$12 u'' \sin v'' \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} I - V - VII + XI \\ XIII - XVII - XIX + XXII \end{array} \right\} \cos 30^\circ \\ \left\{ \begin{array}{l} II - IV - VIII + X \\ XIV - XVI - XX + XXII \end{array} \right\} \cos 60^\circ \\ O - VI + XII - XVIII \end{array} \right\}$$

$$12 u'' \cos v'' \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} I + V - VII - XI \\ XIII + XVII - XIX - XXIII \end{array} \right\} \sin 30^\circ \\ \left\{ \begin{array}{l} II + IV - VIII - X \\ XIV + XVI - XX - XXII \end{array} \right\} \sin 60^\circ \\ III - IX - XV - XXI \end{array} \right\}$$

aus welchen vier Werthen die unbekannten  $u'$ ,  $u''$ ,  $v'$ ,  $v''$  ohne Schwierigkeit bestimmt werden. Daneben ist einzusehen, daß beide größte und beide kleinste Werthe von  $B^{(0)}$  zu den Zeiten  $t$  Statt finden, die durch die Gleichung

$$\frac{dB(t)}{dt} = p = n' \cos(t \cdot 15^\circ + v') + 2 n'' \cos(t \cdot 30^\circ + v'')$$

bestimmt werden.

Diese Gleichungen, angewandt auf die zuvor beurtheilten Beobachtungen, welche, so oft die Temperatur bekannt war, auf eine und dieselbe Temperatur reducirt, und um einen leichteren Vergleich zu erhalten, in Millimeter verwandelt wurden, gaben folgende Resultate.

1) Lamanon's Barometerbeobachtungen, zwischen  $1^\circ 5'$  nördlicher und  $1^\circ 34'$  südlicher Breite, bei  $181^\circ 40'$  westlicher Länge von Paris geben:

$$B(t) = 761^{mm},976 + 0,05011 \sin(t \cdot 15^\circ + 128^\circ 35') \\ + 1,39945 \sin(t \cdot 30^\circ + 157^\circ 32')$$

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	762,671	762,552	-0,119	XII	762,823	762,472	-0,351
I	1,934	1,822	-0,112	XIII	2,135	1,763	-0,372
II	1,058	1,142	+0,084	XIV	1,017	0,993	-0,024
III	0,753	0,688	-0,065	XV	1,195	0,677	-0,518
IV	0,700	0,581	-0,119	XVI	0,568	0,596	+0,028
V	0,827	0,846	+0,019	XVII	0,644	0,886	+0,242
VI	1,243	1,410	+0,167	XVIII	1,195	1,472	+0,277
VII	1,703	2,119	+0,416	XIX	1,357	2,200	+0,843
VIII	2,907	2,782	-0,125	XX	2,844	2,875	+0,031
IX	3,237	3,219	-0,018	XXI	3,783	3,319	-0,464
X	3,331	3,314	-0,017	XXII	4,007	3,413	-0,594
XI	3,179	3,040	-0,139	XXIII	3,313	3,132	-0,181

Dafs sich hier so grofse Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Barometerständen

\*) Zwischen XV und XVI Uhr wurde die Continuität der Beobachtungen unterbrochen, weil sie, nur 3 Tage angestellt, zu Anfange um 4 Uhr Morgens den 23. Sept. einen niederen Barometerstand zeigten, als zu gleichen Stunden am letzten Tage, den 1. Oct., wo sie um 6 Uhr Morgens aufhörten.

zeigen, beruht offenbar darauf, daß nur wenige Tage zu diesen Beobachtungen angewandt worden sind und sich auch der mittlere Barometerstand an einer Station verändert hat, ohne hinreichend durch entgegengesetzte Bewegungen compensirt worden zu seyn. Deshalb bestimmen auch Lamanon's Beobachtungen die Barometeroscillationen unter dem Aequator nicht sicher genug. Indefs können sie in dieser Untersuchung nicht übergangen werden, weil sie einen interessanten Vergleich mit andern Beobachtungen liefern. Dieser Vergleich wird am leichtesten und sehr augenscheinlich, wenn man die durch solche Gleichungen gefundenen Resultate graphisch darstellt. Dazu kann man die Beobachtungszeiten als Abscissen und die entsprechenden Barometerstände als rechtwinklige Ordinaten gebrauchen, wo dann die Curve, welche durch die Enden dieser Ordinaten gezogen wird, die Barometeroscillationen vorstellt. Eine solche Curve zeigt Fig. 1 (auf Taf. II. im nächsten Heft), wo die Länge der Ordinaten über und unter dem mittleren Stande das 50fache sind von der wirklichen Gröfse der Barometerveränderungen; ein Verhältniß, welches in allen hier vorkommenden Constructionen beibehalten ist.

### Die Gleichung

$$0 = 0,05011 \cos(t. 15^\circ + 128^\circ 35') + 2,79890 \cos(t. 30^\circ + 157^\circ 32')$$

gibt das

Minimum bei  $t = 15,714 = 3^h. 42',8$  Vormitt. u.  $B(0) = 760^{mm},582$

Maximum -  $t = 21,746 = 9^h. 44',8$  - - -  $= 763,425$

Minimum -  $t = 3,783 = 3^h. 47',0$  Nachmitt.  $= 760,572$

Maximum -  $t = 9,752 = 9^h. 45',1$  - - -  $= 763,326$

II) v. Humboldt's Barometerbeobachtungen  
am Aequator in Amerika, nach Prony's Angaben,  
aufs Neue berechnet, gaben:

$$B(t) = 761^{\text{mm}},991 + 0,48669 \sin(t \cdot 15^\circ + 156^\circ) \\ + 0,67580 \sin(t \cdot 30^\circ + 147^\circ 13')$$

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	762,517	762,555	+0,038	XII	762,201	762,159	-0,042
I	1,998	2,100	+0,102	XIII	2,020	1,948	-0,072
II	1,524	1,631	+0,107	XIV	1,772	1,733	-0,039
III	1,231	1,248	+0,017	XV	1,615	1,597	-0,018
IV	1,115	1,030	-0,085	XVI	1,570	1,602	+0,032
V	1,141	1,012	-0,129	XVII	1,750	1,769	+0,019
VI	1,231	1,181	-0,050	XVIII	1,998	2,070	+0,072
VII	1,411	1,478	+0,067	XIX	2,336	2,439	+0,103
VIII	1,772	1,816	+0,044	XX	2,832	2,784	-0,048
IX	2,088	2,105	+0,017	XXI	3,148	3,014	-0,134
X	2,201	2,273	+0,072	XXII	3,103	3,060	-0,043
XI	2,270	2,286	+0,016	XXIII	2,945	2,899	-0,046

Wonach die Curve Fig. 2 Taf. II. gebildet ist.

Die Zeit der höchsten und niedrigsten Barometer-  
stände bestimmt die Gleichung:

$$0 = 0,48669 \cos(t \cdot 15^\circ + 156^\circ) + 1,35160 \cos(t \cdot 30^\circ + 147^\circ 13')$$

und giebt:

$$\text{Minim. bei } t = 15,476 = 3^{\text{h}} 28',6 \text{ Vormitt. u. } B(t) = 761^{\text{mm}},580$$

$$\text{Maxim. - } t = 21,694 = 9^{\text{h}} 41,6 \text{ - - - } = 763,068$$

$$\text{Minim. - } t = 4,586 = 4^{\text{h}} 35,2 \text{ Nachmitt. } = 760,995$$

$$\text{Maxim. - } t = 10,588 = 10^{\text{h}} 35,3 \text{ - - - } = 762,299$$

Zufolge der Berechnung und Angabe eines Re-  
cententen in der Halle'schen Literaturzeitung für d. J.  
1812. No. 10. sollen diese Beobachtungen geben:

$$\text{Minimum bei } t = 3^{\text{h}} 45' \text{ Vormitt. u. } 4^{\text{h}} 23' \text{ Nachmitt.}$$

$$\text{Maximum - } t = 9^{\text{h}} 38' \text{ - - - u. } 11^{\text{h}} 0 \text{ - - -}$$

Die hier gefundenen Werthe müssen, als das Re-  
sultat der Berechnung nach der Methode der kleinsten  
Quadrate, für sicherer gehalten werden.

III) Horner's Barometerbeobachtungen zwischen  $10^{\circ}$  südl. und  $10^{\circ}$  nördl. Breite, oder für die Aequatorialregion des stillen Meeres, 21 Tage hindurch angestellt \*), geben folgendes Resultat:

$$B^{(t)} = 755^{\text{mm}},348 + 0,23383 \sin(t. 15^{\circ} + 190^{\circ} 22') \\ + 0,82809 \sin(t. 30^{\circ} + 159^{\circ} 21')$$

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	755,525	755,598	+0,073	XII	755,680	755,682	+0,002
I	5,035	5,113	+0,078	XIII	5,444	5,313	-0,131
II	4,702	4,671	-0,031	XIV	5,001	4,974	-0,027
III	4,321	4,381	+0,060	XV	4,834	4,765	-0,069
IV	4,372	4,311	-0,061	XVI	4,532	4,751	+0,219
V	4,640	4,474	-0,166	XVII	4,895	4,941	+0,046
VI	4,981	4,826	-0,155	XVIII	5,187	5,286	+0,099
VII	5,100	5,271	+0,171	XIX	5,735	5,694	-0,041
VIII	5,565	5,695	+0,130	XX	6,200	6,051	-0,149
IX	5,931	5,990	+0,059	XXI	6,391	6,256	-0,135
X	6,043	6,086	+0,043	XXII	6,276	6,244	-0,032
XI	6,081	5,969	-0,112	XXIII	5,878	6,007	+0,129

Nach diesen Bestimmungen ist Fig. 5 errichtet; die Zeit, bei der die höchsten und niedrigsten Barometerstände Statt finden, wird mit Hülfe der folgenden Gleichung gefunden:

$$0 = 0,23383 \cos(t. 15^{\circ} + 190^{\circ} 22') + 1,65618 \cos(t. 30^{\circ} + 159^{\circ} 21')$$

welche giebt:

$$\text{Minim. bei } t = 15,570 = 3^{\text{h}}. 34'. 2 \text{ Vormitt. u. } B^{(t)} = 754^{\text{mm}},731$$

$$\text{Maxim. - } t = 21,449 = 9. 26'. 9 \text{ - - - } = 756,279$$

$$\text{Minim. - } t = 3,793 = 3. 47'. 6 \text{ Nachmitt. } = 754,306$$

$$\text{Maxim. - } t = 9,942 = 9. 56'. 5 \text{ - - - } = 756,094$$

IV) Horner's Barometerbeobachtungen zwischen  $11^{\circ}$  und  $23^{\circ}$  südlicher und  $11^{\circ}$  und  $27^{\circ}$  nördlicher Breite, oder im Mittel, unter  $18^{\circ}$  Breite im stillen Meere, 40 Tage hindurch angestellt, geben:

$$B^{(t)} = 759^{\text{mm}},246 + 0,27592 \sin(t. 15^{\circ} + 197^{\circ} 25') \\ + 0,61607 \sin(t. 30^{\circ} + 148^{\circ} 38')$$

\*) Es schien am Zweckmäßigsten, die Horner'schen Beobachtungen in zwei Abtheilungen zu bringen, um so die Wirkung der verschiedenen Breiten merkbar werden zu lassen.

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	759,488	759,484	-0,004	XII	759,661	759,650	-0,011
I	8,996	9,113	+0,117	XIII	9,390	9,408	+0,018
II	8,625	8,748	+0,123	XIV	9,041	9,154	+0,113
III	8,381	8,476	+0,095	XV	8,793	8,965	+0,172
IV	8,224	8,367	+0,143	XVI	8,732	8,899	+0,167
V	8,412	8,430	+0,018	XVII	8,897	8,981	+0,084
VI	8,706	8,662	-0,044	XVIII	9,214	9,189	-0,025
VII	9,043	8,998	-0,045	XIX	9,580	9,464	-0,116
VIII	9,354	9,355	+0,001	XX	9,818	9,728	-0,090
IX	9,326	9,644	-0,182	XXI	760,032	9,900	-0,132
X	9,912	9,802	-0,110	XXII	0,118	9,922	-0,196
XI	9,885	9,799	-0,086	XXIII	759,780	9,775	-0,005

nach welchen berechneten Werthen die Fig. 4 errichtet ist. Die Zeit für die tiefsten und höchsten Barometerstände bestimmt folgende Gleichung:

$0 = 0,27592 \cos(t. 15^\circ + 197^\circ 25') + 1,23214 \cos(t. 30^\circ + 148^\circ 38')$   
nämlich:

- Minim. bei  $t = 15,947 = 3. 56',8$  Vormitt. u.  $B^0 = 758^{\text{mm}},893$   
 Maxim. -  $t = 21,636 = 9. 28',2$  - - -  $= 759,933$   
 Minim. -  $t = 4,125 = 4. 7',5$  Nachmitt.  $= 758,365$   
 Maxim. -  $t = 10,475 = 10. 28',5$  - - -  $= 759,821$

Ein Recensent hat in der Halle'schen Literatur-Zeitung für d. J. 1812. No. 10. angegeben, daß Horner's sämmtliche Beobachtungen die Zeiten folgendermaßen bestimmen:

- d. Minim. bei  $t = 3'. 51'$  Vormitt. und  $t = 3'. 52'$  Nachmitt.  
 d. Maxim. -  $t = 9'. 24'$  - - -  $t = 10. 24'$  - -

und Horner selbst giebt, als Mittelzahl aus den directen Beobachtungen:

- d. Minim. bei  $t = 3'. 40',2$  Vormitt. und  $t = 3'. 55',3$  Nachmitt.  
 d. Maxim. -  $t = 9. 39'$  - - -  $t = 10. 6',3$  - -

Daß die mittlere Höhe des Barometers hier unter  $18^\circ$  Breite fast 4 Millimeter größer erscheint, als am Aequator, obgleich die Beobachtungen an demselben Instrument gemacht worden sind, ist ein Zufall, der von einer Veränderung des Barometers während der kurzen Beobachtungszeit entstanden. Eine Verlängerung der Beobachtungszeit würde ohne Zweifel diese nur scheinbare Verschiedenheit berichtigt haben.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

## II.

### *Ueber die Festigkeit der Körper;*

VON

H. F. L. I. N. K.

(Fortsetzung.)

### 3.

Der biegsame Körper bleibt nicht immer in der Lage, in welche er durch die Biegung gebracht ist, sondern er kehrt in die vorige Lage zurück, sobald die Kraft zu wirken aufhört, wodurch er gebogen wurde. Wir nennen diese Eigenschaft die Elasticität der Körper. Auch hier wollen wir von dem Einfachsten anfangen, und die elastische Linie zuerst betrachten.

Die mathematischen Lehren von der Bewegung gespannter Saiten sind bekannt genug. Es sey eine solche Saite oder elastische Linie an ihren Enden  $B$  und  $C$  befestigt, auch in einem Punkte  $d$  um ihre Mitte mit einer kleinen Masse beschwert. Man führe  $d$  senkrecht gegen die Saite, nach einem Punkte  $a$  auferhalb derselben, so wird  $BC$  verlängert, denn  $Ba + aC > BC$ . Hört die Kraft, welche  $d$  nach  $a$  führt auf zu wirken, so ziehen sich  $Ba$  und  $aC$  wiederum zusammen, es entsteht aus diesen Zusammenziehungen eine mittlere Kraft nach  $ad$ , und das Theilchen  $a$  wird nach  $d$  zurückgeführt. Es geht über  $d$  vermöge der Trägheit hinaus, wird zurückgeführt, und schwingt nach bekannten physischen Grundsätzen hin und her. Die bewegende Kraft nach  $d$  ist =  $\frac{ad \cdot P}{aB} + \frac{ad \cdot p}{aO}$ , wo  $P$  und  $p$  die spannenden Gewichte

in  $B$  und  $C$  bedeuten. Die beschleunigende Kraft findet man, wenn obiger Ausdruck durch die Masse dividirt wird. Dieses legt man zum Grunde, um die Schwingungen einer überall schweren, d. i. überall mit kleinen schweren Massen beschwerten elastischen Linie zu finden. Dann wird  $n = \frac{4lp}{PN^2\pi^2}$ . Hier bedeutet  $l$  die Länge der Saite,  $P$  das auf beiden Seiten gleiche spannende Gewicht,  $p$  das Gewicht der Saite,  $\pi$  die halbe Peripherie,  $n$  die Länge des einfachen Pendels, welches mit der Saite gleichzeitig schwingt.  $N$  jede beliebige ganze Zahl, weil man durch Kreisbogen integrirt hat. Hieraus bestimmt man die Anzahl der Schwingungen, welche die Saite macht, indem ein Pendel von einer bestimmten Länge  $D$  ein Mal schwingt. Es verhalten sich nämlich nach den Gesetzen des Pendels die Pendellängen umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungszahlen. Setzt man also die Schwingungszahl für die Saite  $= x$ , so hat man  $\frac{4lp}{PN^2\pi^2} : D = 1 : x^2$  und  $x = \frac{N\pi}{2} \sqrt{\frac{DP}{lp}}$ , und wenn man  $N = l$  setzt,  $x = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{DP}{lp}}$ . Die Größen  $\pi$  und  $D$  sind beständig; es verhalten sich also die Schwingungszahlen zweier Saiten, wie  $\sqrt{\frac{P}{lp}}$ , und sind zwei Saiten gleich schwer oder dick, so ist dieses Verhältniß  $= \frac{\sqrt{P}}{l}$ .

Es giebt vielleicht keine Lehre in der ganzen Physik, wo die rein theoretische Rechnung so genau, und in allen Stücken von der Natur bestätigt wird, als diese. Durch ein Monochord kann man sich leicht überzeugen, daß die Höhe eines Tons sich umgekehrt



verhält, wie die Länge der Saite, und die ganze Theorie der Saiteninstrumente beruht hierauf. Eben so ist es leicht, an tiefen Tönen, wo man die Schwingungen zählen kann, wahrzunehmen, daß die Höhe des Tons mit der Zahl der Schwingungen in einem geraden Verhältnisse steht, und Chladni hat hiezu die Schwingungen eines Stabes vorgeschlagen \*). Schon Mersenne hat durch Versuche gezeigt, daß die Zahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit sich umgekehrt verhält, wie die Länge der schwingenden Saite \*\*). So läßt sich auch durch Versuche leicht zeigen, daß die Höhe des Tons sich verhält, wie die Quadratwurzel aus den spannenden Gewichten. Dieses gilt, wenn man  $N = 1$  setzt, oder für eine ganze Saite. Aber die Rechnung stimmt auch völlig mit der Erfahrung überein, wenn man für  $N$  eine andere ganze Zahl setzt, z. B. 5. Man theile die Saite in fünf gleiche Theile, man halte sie am Ende des einen Theils so, daß sie nicht schwingen, wohl aber die Veränderungen, die Zusammenziehungen und Ausdehnungen von diesem Theile in den folgenden durchlassen kann; man lege ferner Stückchen Papier auf die Endpunkte der Theile auch anderwärts, und setze die Saite durch einen Bogen in Bewegung. Die Papiere an den Enden der Theile werden liegen bleiben, die übrigen hingegen herabgeworfen, zum Zeichen, daß die Saite in fünf gleiche und auf gleiche Art

\*) Die Akustik v. E. Fl. Fr. Chladni, Leipzig 1802. 4. S. 35.

\*\*) Mersenni Harmonia. L. 2. Prop. 18. p. 14 seq. Muschenbroeck Introd. ad Philosoph. natural. T. 2. p. 915.

schwingende Theile getheilt wird, gerade wie die Rechnung es verlangt.

Eine solche genaue Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung zeigt, daß die Grundsätze richtig sind, worauf die Rechnung gegründet ist. Der Hauptsatz ist aber, daß sich die ziehenden Kräfte in  $aB$  und  $aC$  verhalten wie diese Linien, oder wie die Ausdehnung, und folglich diese anziehende Kraft in einem geraden Verhältnisse mit der Entfernung steht. Dieses widerspricht allen Erfahrungen, welche wir von anziehenden Kräften haben, denn diese verhalten sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung. Auch die Theorie zeigt, daß sich anziehende Kräfte so verhalten müssen, denn man kann die Verbreitung der anziehenden Kraft mit der Verbreitung des Lichts um einen leuchtenden Punkt vergleichen. Nur der Theil der anziehenden, welcher den Körper trifft, wirkt auf ihn, wie nur der Theil des Lichts, welcher auf eine Fläche trifft, sie erleuchtet. Eine zurückstoßende Kraft wirkt dagegen mit der ganzen Zone in der Sphäre der Zurückstoßung, welche auf den Körper trifft, und sie verhält sich daher umgekehrt wie der Cubus der Entfernungen. Nehmen wir nun an, daß hier beide Kräfte zugleich wirken, und zwar nach den eben angegebenen Gesetzen, so müssen Erscheinungen entstehen, wie wir sie hier finden. Indem nämlich die zurückstoßende Kraft in der Entfernung weit schneller abnimmt, als die anziehende Kraft, scheint diese zu wachsen, und zwar, wenn die angegebenen Verhältnisse beider Kräfte Statt finden, in einem geraden Verhältnisse mit der Entfernung.

Die Annahme einer zurückstossenden Kraft kann nicht als eine willkürliche Hypothese angesehen werden, da die Polarität der Theilchen eine solche Kraft erfordert, und wir ohne dieselbe nicht im Stande sind, die Festigkeit der Körper zu erklären. Die Erscheinungen, welche wir in der verschiedenen Art der Biegsamkeit wahrnehmen, führen ebenfalls auf eine Polarität und mit ihr auf eine zurückstossende Kraft. Wir sind also völlig gerechtfertigt, wenn wir auch hier darauf zurückgehen, um eine Sonderbarkeit in der Natur zu erklären, welche nur deswegen den Naturforschern nicht auffiel, weil sie nicht darauf achteten.

Um indessen genauer zu bestimmen, was hier vorgeht, ist es nöthig, die Natur selbst zu fragen. Zuerst kommt es darauf an, zu bestimmen, wie sich die Verlängerung zu der ausdehnenden Kraft verhalte, nämlich bei vollkommen elastischen Körpern, welche ganz in den vorigen Umfang zurückkehren, nachdem die Kraft aufgehört zu wirken. Gravesande hat hierüber schon Versuche mit Metallsaiten angestellt, welche von Biot erzählt und berechnet sind \*). Es geht daraus hervor, daß die Längen der Saiten mit den Spannungen oder den Gewichten, welche die Saite spannen, zunehmen. Da die Verlängerungen einer solchen Saite sehr gering sind, so wollte ich die Versuche an einem höchst elastischen Körper anstellen, der sich beträchtlich ausdehnen läßt. Ich schnitt aus Federharz einen schmalen Streifen, befestigte ihn an seinem obern Ende mit einer Zange, und hing an das

\*) *Traité de Physique*, L. 1. ch. 23.

untere Ende eine Wagchale mit 2 Unzen =  $p$  beschwert. So angezogen war der Streifen 2 Zoll 6 Linien lang, 4 Linien breit und 2 Linien dick. Ein Gewicht von  $2p$  verlängerte den Streifen auf 2 Z. 8 Lin., von  $3p$  auf 2 Z. 10 L. von  $4p$  auf 2 Z. 12 L. oder 3 Zoll. Bei größern Gewichten wurde das Loch, worin die Wagchale gehängt war, zu sehr vergrößert, so daß man fürchten mußte, es möchte ausreißen, auch konnte nun nicht mehr genau gemessen werden. Wenn das Gewicht weggenommen wurde, kehrte der Streifen zu seiner ersten Länge wieder zurück. Der Versuch wurde sehr oft mit demselben Erfolge wiederholt. Die Breite und Dicke hatten sich bei dieser Ausdehnung so wenig verändert, daß man sie nicht genau vergleichen konnte. Ich dehnte daher den Streifen zu 5 Zoll aus, wobei die Breite auf 5 Linien vermindert wurde, die Dicke ungefähr auf  $1\frac{1}{2}$  Linie. Der Raumesinhalt war also bei der ersten Ausdehnung von 2 Z. 6 Lin. = 240 Cub. Lin., bei der zweiten Ausdehnung von 5 Zoll = 270 Cub. Lin. Da es sehr schwer ist, die Dicke genau zu messen, und es hier auf kleine Theile einer Linie ankam, so kann man wohl annehmen, daß sich der Raumesinhalt bei der Ausdehnung nicht sehr geändert habe \*).

\*) Man kann mit diesen Versuchen die von Pictet über das Zusammendrücken des Stabeisens zusammenstellen. Die zunehmende Verkürzung des Eisenstabes stand mit der verstärkten Belastung fast im geraden Verhältnisse. (Bibl. univ. T. 1. p. 172.) Daß es nicht ganz der Fall war, rührt wohl von einer Biegung und Verschiebung der Theile her, denn der zusammengedrückte Stab nahm auch ganz seinen vorigen Raum wiederum ein, als der Druck aufhörte.

Es folgt hieraus nun sogleich, daß die Ausdehnung keine wirkliche Entfernung der Theile von einander war. Denn in diesem Falle konnte keine Verminderung in der Breite und in der Dicke Statt finden, und der Raumesinhalt mußte = 480 werden, indem sich die Dichtigkeit veränderte. Die französischen Physiker haben eine Theorie angenommen, nach welcher die letzten Theile der Körper, Molekullen, wie sie sagen, durch den überall verbreiteten, elastischen Wärmestoff auseinander gehalten werden, und sich nie berühren. Das Ansehen eines großen Mathematikers, La Place, hat dieser Lehre, welche man in Biot's Physik entwickelt findet, großen Beifall verschafft. Legen wir diese Theorie zum Grunde, so werden wir auch die Ausdehnung einer größern Entfernung der Theile zuschreiben müssen, und die sehr deutliche, beim ersten Blicke in die Augen fallende Verminderung der übrigen Abmessungen ist ohne Grund.

Man könnte die Ausdehnung eines elastischen Körpers dem Auseinanderziehen oder dem Abrollen gewundener Fäden zuschreiben, wobei allerdings die übrigen Abmessungen vermindert würden. Aber würde sich daraus die Regelmäßigkeit der Ausdehnung, das gleichförmige Wachsen der Länge mit der Spannung erklären lassen? Die Windungen der Fäden möchten doch wohl nicht sehr regelmäßig, wenigstens in Metallsaiten und Federharz sehr verschieden seyn, und doch steht die Ausdehnung in beiden Körpern unter demselben Gesetze. Ein solches Abwickeln der Fäden findet gewiß Statt, wenn schlaffe Fäden zuerst gespannt werden, ehe diese Spannung erfolgt ist, so-

bald aber die Saite anfängt zu schwingen, kann man die Abwicklung der Fäden als vollendet ansehen, und andere Veränderungen treten ein. Ueberhaupt möchte jede Veränderung in der Lage größerer Theile, welche man als den Grund der elastischen Bewegung anführen wollte, darum wohl ihrem Zwecke nicht entsprechen, weil die Verschiedenheiten dieser Lage in verschiedenen Körpern zu groß sind, um solche übereinstimmende Erfolge, wie wir bis jetzt gesehen haben, hervorzubringen.

Der Grund der elastischen Bewegung kann also nur in den polarischen Theilchen selbst liegen; sie müssen sich verlängern und verschmälern. Dieses kann nur geschehen, wenn sie hohl sind, und zur hohlen Bildung, wenn sie eine natürliche (nicht künstliche oder willkürliche) seyn soll, gehört eine sphäroidische Gestalt. Die Theilchen der Körper werden also Kugeln seyn, oder Ellipsoïden, und diese können endlich der Faser sehr nahe kommen. Auch mögen wir wohl annehmen, daß die Höhlung kein leerer Raum sey, sondern einen zarten Stoff, etwa Wärmestoff, enthalte; eine Behauptung, welche in der Folge ihre Gründe finden wird. Ob nun die Theilchen des Wärmestoffs dicht zusammenliegen, oder in einiger Entfernung von einander sich zurückstoßen, ob ferner die Theilchen, welche den Umfang des polarischen Theilchens oder des Bläschens ausmachen, ebenfalls einander berühren, oder von einander entfernt sind, und welche Gestalt sie haben mögen, wollen wir jetzt der Speculation überlassen. Die Theorie der französischen Physiker, von welcher oben die Rede war, gehört derselben Speculation, und muß in die Metaphysik verwie-

sen werden. Da mag man Theilchen von verschiedener Gestalt in verschiedenen Entfernungen erdichten, oder mit Boscowich Punkte annehmen, welche den Raum mit anziehender und zurückstossender Kraft, oder mit der Naturphilosophie der Deutschen die Materie aus anziehenden und zurückstossenden Kräften entstehen lassen, die am wenigsten schwärmerische Behauptung.

Dreht man einen Draht, welcher am obern Ende befestigt ist, und am untern einen Cylinder oder überhaupt einen Hebel trägt, um einen Winkel, so strebt er mit einer Kraft entgegen, welche sich wie der Winkel verhält, um den er gedreht ist. Dieses folgt leicht aus dem Satze, daß sich die elastische Kraft wie die Verlängerung verhält, denn alle Punkte des gedrehten Drahtes beschreiben Kreisbogen, und streben mit einer Kraft zurückzugehen, welche sich wie dieser Bogen verhält, oder wie die Winkel, von welchen diese Kreisbogen das Maass sind. Von dieser Kraft rühren die Schwingungen her, durch welche Coulomb sehr scharfsinnig die elastische Kraft der Metalldräthe gemessen hat. Ist der Winkel der Drehung nicht zu groß, so kehrt der Draht bei jeder Schwingung völlig in seine vorige Lage zurück, das heisst, er macht auf beiden Seiten der ersten Lage gleiche Winkel. Aber diese Winkel nehmen nach und nach ab, bis der Draht in völlige Ruhe kommt; bei der zweiten ist nämlich der Winkel kleiner als bei der ersten, bei der dritten kleiner als bei der zweiten u. s. w. Daß diese Abnahme nicht vom Widerstande der Luft herrühre, hat Coulomb durch einen Versuch gezeigt. Er machte Cylinder von feinem Papier von demselben

Durchmesser, als die Cylinder waren, welche die Drähte spannten, aber länger, er umwickelte damit diese letztern Cylinder, und die Erfolge wurden dadurch nicht merklich geändert. Es muß also ein Hinderniß der Bewegung in dem schwingenden Körper selbst liegen. Coulomb fand, daß die Abnahme der Schwingungen von 10 zu 10 Grad bei größeren Winkeln größer war, als bei kleineren. Er fand ferner, daß beim Eisendraht diese Abnahme schneller erfolgte, als beim Messingdrahte. Endlich bemerkte Coulomb, daß bei zu großen Drehungswinkeln die Drähte bei jeder Schwingung in ihre erste Lage nicht zurückkehrten, obgleich die widerstehende Kraft dadurch vermehrt wurde. Man findet diese Versuche in Biot's Physik (a. a. O.) genau auseinandergesetzt.

Dieses Hinderniß der Bewegung kann nun kein anderes seyn, als die Reibung der Theile aneinander. Indem der Draht sich dreht, beschreiben die Punkte an der Oberfläche größere Kreisbogen, als die innern, mehr nach der Axe des Drahtes zu gebogenen Punkte, es müssen sich also Theilchen übereinanderhin bewegen, wodurch Reibung entsteht. Eben so beschreiben die unteren Punkte größere Bogen, als die oberen, wodurch ebenfalls Reibung entsteht. Ist die Drehung nicht zu stark, so beträgt dieses Hinderniß bei jeder Schwingung zu wenig, um merklich zu seyn, und wird erst nach einer Reihe von Schwingungen merklich. Ist aber die Drehung stark, so wird das Hinderniß schon bei der ersten Schwingung merklich, obgleich der Widerstand der Spannung dadurch vermehrt wird. Wenn man bedenkt, daß die Körper keinesweges nur aus Längsfasern bestehen, sondern auf man-



nichfaltige Weise durchwebt sind, so wird es nicht sonderbar erscheinen, daß die Reibung in einem Falle größer ist, als in dem andern, nach der Verschiedenheit des innern Baues.

Einen Beweis, daß die elastische Kraft ganz verschieden ist von der Kraft des Zusammenhangs, hat Coulomb geführt. Die elastische Kraft oder die Kraft des Widerstandes beim Drehen, wodurch die Zahl der Schwingungen entsteht, verhält sich in Messingdraht und Eisendraht  $= 3,340 : 1$ , da die Kraft des Zusammenhangs in beiden  $= 1,71 : 1$  ist. Aus dem, was oben gesagt wurde, ist dieses leicht erklärlich. Die elastische Kraft liegt nämlich in den Grundtheilchen oder den polarischen Theilchen selbst, in ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung, die Kraft des Zusammenhangs aber an den Enden der polarischen Theilchen.

Elastische Körper lassen sich auch zusammendrücken und nehmen nach aufgehobenem Drucke ihre vorige Gestalt ganz oder zum Theil wiederum an. Diese Eigenschaft ist die umgekehrte der Eigenschaft, welche wir bisher betrachtet haben, und doch sind beide in einem und demselben Körper mit einander verbunden. Das elastische Harz läßt sich leicht ausdehnen, und auch ziemlich leicht zusammendrücken, wenigstens viel leichter, als andere Körper, welche nicht so stark ausgedehnt werden. Wegen dieser Uebereinstimmung wird es nöthig seyn, diese Zusammendrückung eben so zu betrachten, als vorher die Ausdehnung.

Wenn man ein Stück elastisches Harz zusammendrückt, so bemerkt man, daß es dabei breiter und

dicker wird, eben so, wie ein ausgedehntes Stück schmaler und dünner wird. Ich schnitt Scheiben aus elastischem Harz von gleicher Gröfse, legte sie aufeinander und drückte sie gelinde mit einem Pfunde zusammen. Die Schicht war 9 Lin. hoch, 7 Lin. lang und 9 Lin. breit. Hierauf drückte ich sie durch zehn Pfund zusammen, und fand, dafs sie nun 7 Lin. hoch, 10 Lin. lang und 8 Lin. breit war. Der Raumesinhalt im ersten Falle betrug 567, im zweiten 560; ein so geringer Unterschied, dafs man wohl annehmen kann, das elastische Harz behalte beim Zusammendrücken denselben Raumesinhalt. Es folgt also hieraus, dafs beim Zusammendrücken dieser sehr elastischen Körper keine Theile in die Zwischenräume geprefst werden, sondern dafs die Theile der Körper sich nach einer Richtung verlängern, wenn sie nach einer andern verkürzt werden, eben so, wie wir es bei der elastischen Ausdehnung gefunden haben.

Man sieht also, dafs man nicht immer das wahre Maafs der Elasticität findet, wenn man einen Körper von allen Seiten einschliesst, und ihn dann zusammenpresst. Denn er mufs weit stärker widerstehen, und folglich viel weniger zusammendrückbar seyn, wenn man die Theile verhindert, seitwärts auszuweichen, als wenn man ihnen diesen Weg offen läfst. Da man die Elasticität des Wassers und anderer flüssiger Körper nur prüfen kann, wenn man sie von allen Seiten einschliesst, so wird man die Elasticität weit geringer finden, als sie eigentlich ist. Eben so, wenn man feste unter Wasser einschliesst, und nun zusammendrückt, wird man ihre Elasticität geringer finden, als wenn man sie nicht einschliesst, und wirklich ist auch die

Elasticität der festen Körper auf diesem Wege geprüft, viel geringer, als man erwarten sollte.

Herr Professor Mitscherlich hat viele Versuche über die Zusammendrückung von Glas und Kryсталlen angestellt und gefunden, daß wenn auch die Zusammendrückung nach einer Richtung merklich ist, sie doch nach andern Richtungen nicht merklich wird. Dieses zeigt, daß diese Körper sich anders verhalten, als die vollkommen elastischen Körper, zu welchen wir das elastische Harz rechnen dürfen. Hier geschieht folglich ein Pressen der Theile in die Zwischenräume, welches sich gar wohl erklären läßt, wenn man bedenkt, daß kryсталliche Körper aus Blättchen bestehen, die einander durchschneiden. Denn indem die Blättchen, welche gegen den Druck aufrecht stehen, zusammengedrückt werden, weichen die Theile derselben in die Zwischenräume aus, und können mithin keine allgemeine Ausdehnung hervorbringen. Doch hievon an einem andern Orte mehr.

Aus den oben angeführten Versuchen erhellt, daß die Körper weit mehr dem Zusammendrücken widerstehen, als dem Ausdehnen. Das elastische Harz läßt sich durch 2 Unzen um 2 Linien ausdehnen und für jede hinzugefügte 2 Unzen wächst die Länge um 2 Linien. Aber das elastische Harz um 2 Lin. zusammenzudrücken, wurde ein zehnfaches Gewicht erfordert. Die zurückstoßende Kraft wächst in einem bedeutend größern Verhältnisse, als die anziehende, und so muß ein Körper beim Zusammendrücken mehr Widerstand leisten, als beim Ausdehnen.

Wenn ein Körper gebogen wird, so geschieht entweder nur eine Ausdehnung der Theile, oder eine Aus-

dehnung und Zusammenpressung zugleich. Die Wiederherstellung der vorigen Gestalt muß also in dem letztern Falle nicht allein durch die anziehende, sondern auch durch die zurückstoßende Kraft bewirkt werden. Die Verschiedenheiten im Erfolge können aber nicht groß seyn, denn die Ausdehnung geschieht im äußern Bogen in einer größern Masse, als die Zusammenpressung im innern Bogen, dafür nimmt aber die anziehende Kraft in einer größern Entfernung nicht so schnell ab, als die zurückstoßende. Eins ersetzt also das Andere, und die Wiederherstellung der vorigen Gestalt muß also im Ganzen ungefähr so erfolgen, als ob die anziehende Kraft wie bei der gespannten Saite allein wirke.

Es ist ein alter, ich meine von Nollet zuerst angestellter, Versuch, daß, wenn man eine elfenbeinerne Kugel auf eine mit Oel bestrichene Marmorplatte fallen läßt, der Eindruck im Oel desto größer wird, je höher die Kugel herabfällt. Dieses beweist allerdings eine Zusammendrückung der Kugel. Aber man kann die äußern Theile als gespannte Saiten betrachten, welche gegen die innern Theile gebogen werden, und diese zusammenpressen, folglich auch von diesen mit einer größeren Gewalt zurückgeworfen, als wenn sie als Saiten für sich schwingen.

(Beschluß im nächsten Hest.)

---

## III.

*Von der in verschiedenen Theilen der heißen Zone  
am Spiegel des Meeres Statt findenden Temperatur;*

von

Hrn. ALEXANDER VON HUMBOLDT.

(Mitgetheilt von dem Hr. Verfasser.)

Welche Temperatur darf man für den Aequator annehmen? Diese Frage ist neuerlich in einer Abhandlung aufgeworfen worden, die Hr. Atkinson im zweiten Bande der *Transactions of the Astronomical Society of London* (p. 137—183) bekannt gemacht hat und die sehr scharfsinnige Betrachtungen über mehrere wichtige Punkte der Meteorologie enthält. Der gelehrte Verfasser sucht durch Anwendung der Kunstgriffe des strengsten Calculs aus meinen Beobachtungen herzuleiten, daß die mittlere Temperatur des Aequators zum wenigsten  $29^{\circ},2$  des hunderttheiligen Thermometers ( $84^{\circ},5$  F.) betrage, und nicht  $27^{\circ},5$  C. ( $81^{\circ},5$  F.), wie ich dieselbe in meinem *Essai sur les lignes isothermes* angenommen habe. Kirwan blieb bei  $28^{\circ},8$  stehen; Hr. Brewster, in seinen climatologischen Formeln, bei  $28^{\circ},2$  (Edinb. Journ. of Science 1826. No. 7. p. 180.).

Handelte es sich bei dieser Erörterung um die mittlere Temperatur einer Aequatorialzone, die den ganzen Erdball umschloße und durch die Parallelkreise von  $3^{\circ}$  N. und  $3^{\circ}$  S. begrenzt wäre, so müßte man vor Allem die Temperatur des Meeres am Ae-

M 2

quater untersuchen; denn in dieser Zone gehört nur ein Sechstel des Umfangs der Erdkugel dem festen Lande an. Die mittlere Temperatur des Meeres zwischen den eben genannten Gränzen schwankt nun im Allgemeinen zwischen  $26^{\circ},8$  und  $28^{\circ}$  C. Ich sage im Allgemeinen, denn hie und da findet man zwischen eben diesen Gränzen Maxima, die sich auf Zonen von kaum einen Grad in Breite beschränken, und deren Temperatur sich unter verschiedenen Längen auf  $28^{\circ},7$  bis  $29^{\circ},3$  erhebt. Die letztere Temperatur, welche man im stillen Weltmeere als außerordentlich hoch betrachten kann, habe ich im Osten der Galapagos Inseln beobachtet und neuerlich ist von Hrn. Baron Dirckinck von Holmsfeldt, einem sehr unterrichteten Officier in der Dänischen Marine, der auf meine Bitte eine große Anzahl von Thermometerbeobachtungen unter  $2^{\circ} 5'$  N. Br. und  $81^{\circ} 54'$  östl. L., fast unter dem Parallelkreise von *Punta Guascama*, gemacht hat, die Oberfläche des Wassers zu  $30^{\circ},6$  gefunden worden. Diese *Maxima* gehören dem Aequator selbst nicht an; man beobachtet sie bald im Norden, bald im Süden des Aequators, oft zwischen  $2^{\circ}\frac{1}{2}$  und  $6^{\circ}$  Breite. Der große Kreis, der durch die Punkte geht, an denen das Wasser des Meeres am wärmsten ist, schneidet den Aequator unter einem Winkel, der sich mit der Abweichung der Sonne zu ändern scheint. Im atlantischen Oceane ist man selbst mehrmals von der nördlichen gemäßigten Zone in die südliche übergegangen, ohne in der Zone des wärmsten Wassers gesehen zu haben, daß das Centesimalthermometer über  $28^{\circ}$  gestiegen sey. Die Maxima sind daselbst nach Perrins  $28^{\circ},2$ , nach Churruca  $28^{\circ},7$ , nach Que-

vedo  $28^{\circ},6$ , nach Rodman  $28^{\circ},8$ , nach J. Davy  $28^{\circ},1$ . Die Luft über diesen Aequatorialgewässern ist  $1^{\circ}$  bis  $1\frac{1}{2}$  kälter, als das Meer. Es folgt also aus diesen Thatfachen, daß, auf fünf Sechstel des Umfangs der Erdkugel, die Aequatorialzone des Meeres wahrscheinlich nicht einmal eine mittlere Temperatur von  $28^{\circ},5$  besitzt, geschweige denn, daß sie die von  $29^{\circ},2$  C. ( $84^{\circ},5$  F.) zeigte. Hr. Atkinson selbst giebt zu (a. a. O. p. 171), daß die Abwechslung von oceanischen und continentalen Theilen die mittlere Temperatur des Aequators zu vermindern strebe. Aber indem er sich bloß auf die Flächen des Continents von Südamerika beschränkt, nimmt dieser Gelehrte, je nach den verschiedenen theoretischen Voraussetzungen,  $29^{\circ},2$  oder  $31^{\circ}$  für die Aequatorialzone (von  $1^{\circ}$  N. bis  $1^{\circ}$  S.) an. Er gründet diesen Schluß auf die Thatfache, daß schon unter  $10^{\circ} 27'$  Breite zu Cumana die mittlere Temperatur  $27^{\circ},6$  beträgt, und daß, nach dem Gesetz der Zunahme der Wärme vom Pol zum Aequator (einer vom Quadrate des Cosinus der Breite abhängenden Zunahme) die mittlere Temperatur unter dem Aequator zum wenigsten größer als  $29^{\circ},2$  C. seyn müsse. Hr. Atkinson findet dieses Resultat bestätigt, indem er mehrere Temperaturen, die ich am Abhange der Cordilleren bis zu einer Höhe von 500 Toisen beobachtet habe, auf das Niveau des Meeres am Aequator reducirt. Aber eben bei Anwendung der Correctionen, die er wegen der Breite und wegen der fortschreitenden Abnahme der Temperatur in einer Vertikalebene für nöthig hält, verhehlt er sich nicht, wie sehr die Lage der Orte, auf einer mächtigen Hochebene oder in einem engen Thale, einen

Theil dieser Correctionen unsicher mache. (Trans. of the Astr. Soc. Tom. II. p. 149. 158. 171. 172. 182. 183.)

Wenn man das Problem der Vertheilung der Wärme an der Oberfläche der Erde in seiner ganzen Allgemeinheit studirt und man dasselbe von den Hülfsbetrachtungen der Localitäten (wie z. B. der Einflüsse der Gestalt, Farbe und geognostischen Natur des Bodens, der des Vorherrschens gewisser Winde, der Nähe des Meeres, der Häufigkeit von Wolken und Nebel, der nächtlichen Ausstrahlung gegen den mehr oder weniger reinen Himmel u. s. w.) befreit, so findet man, daß die mittlere Temperatur eines Ortes von den verschiedenen Arten, wie sich der Einfluß der Mittagshöhe der Sonne äußert, abhängig ist. Diese Höhe bestimmt zugleich: die Dauer der halben Tagesbögen; die Länge und Durchsichtigkeit des Theils der Atmosphäre, der von den Strahlen durchdrungen wird, ehe sie den Horizont erreichen; die Menge der absorbirten oder erwärmenden Strahlen (eine Größe, welche mit dem, von der Ebene der Oberfläche gerechneten, Einfallswinkel rasch zunimmt); endlich die Zahl der Sonnenstrahlen, welche ein gegebener Horizont auffängt. Das Gesetz von Mayer, mit all den Abänderungen, die man seit 30 Jahren daran angebracht hat, ist ein empirisches Gesetz, welches die Erscheinungen im Allgemeinen durch Approximation und oft auf eine genügende Weise darstellt, welches man aber nicht gebrauchen darf, um die Zeugnisse der unmittelbaren Beobachtung damit anzugreifen. Wenn die Oberfläche der Erde, vom Aequator bis zum Parallelkreise von Cumana, eine Wüste wäre, wie die Sahara, oder eine gleichförmig mit Gräsern bedeckte Savanne,



wie die Llanos von Calabozo und Apure, so würde ohne Zweifel eine Zunahme der mittleren Temperatur von  $10^{\circ}\frac{1}{2}$  Breite bis zum Aequator Statt finden; aber es ist wahrscheinlich, daß diese Zunahme niemals drei Viertel eines Grades des Centesimalthermometers betragen würde. Hr. Arago, dessen wichtige und geistvolle Untersuchungen sich auf alle Zweige der Meteorologie erstrecken, hat durch zahlreiche Versuche gefunden, daß von der senkrechten Incidenz bis zu einem Zenithabstand von  $20^{\circ}$  die Menge des reflectirten Lichtes nahe die nämliche ist. Er hat ebenfalls gefunden, daß die photometrische Wirkung des Lichtes zu Paris im Augustmonat vom Mittage bis 3 Uhr Nachmittags außerordentlich wenig variirte, ungeachtet der Aenderungen in der Länge des Weges, den die Strahlen beim Durchgange durch die Atmosphäre zurücklegten.

Daß ich die mittlere Temperatur am Aequator in runden Zahlen auf  $27^{\circ}\frac{1}{2}$  festsetzte, geschah, um der eigentlichen Aequatorialzone (von  $3^{\circ}$  N. bis  $3^{\circ}$  S.) die mittlere Temperatur von Cumana ( $27^{\circ},7$ ) beizulegen. Diese Stadt, umgeben von dürrer Sand, unter einem Himmel liegend, der stets heiter ist und dessen leichte Dünste sich fast niemals in Regen auflösen, bietet ein heißeres Climat dar, als alle Orte, die sie umgeben und in gleicher Höhe über der Meeresfläche liegen. Schreitet man in Südamerika auf dem Oronoco und Rio Negro gegen den Aequator vor, so nimmt die Wärme ab, nicht wegen der Erhebung des Bodens, welche von der Schanze San Carlos an sehr unbedeutend ist, sondern wegen der Wälder, der Häufigkeit des Regens und der fehlenden Klarheit der

Luft. Es ist zu bedauern, daß die Reisenden, selbst die thätigsten, so wenig im Stande sind, durch Erweiterung unserer Kenntnisse über die mittleren Temperaturen, die Fortschritte der Meteorologie zu beschleunigen. Sie verweilen nicht lange genug in den Ländern, deren Clima man zu kennen wünscht; sie können für das jährliche Mittel nur Beobachtungen sammeln, die von Anderen gemacht sind und meistens an Stunden und mittelst Instrumente, die weit entfernt sind, genaue Resultate zu geben. Wegen der Unveränderlichkeit der meteorologischen Erscheinungen in der dem Aequator zunächst liegenden Zone ist ohne Zweifel daselbst ein kurzer Zeitraum hinlänglich, um die mittlere Temperatur in verschiedenen Höhen über der Meeresfläche zu erhalten. Ich habe mich überall mit diesen Untersuchungen beschäftigt; aber das einzige recht genaue Resultat, welches ich habe erhalten können und aus zwei Mal am Tage gemachten Beobachtungen abgeleitet worden, ist das über Cumana \*). Die wahren numerischen Elemente der Climatologie können nur von unterrichteten Personen bestimmt werden, die auf eine große Anzahl von Jahren an verschiedenen Orten der Erde anässig sind. In dieser Hinsicht wird die geistige Wiedergeburt, welche sich in dem freien mittleren Amerika, von dem Küstenlande bis zu einer Höhe von zwei tausend Toisen auf dem Rücken und am Abhange der Cordilleren, von dem Parallelkreise der Insel Chiloe bis zu dem von

\*) Hinsichtlich des Grades von Vertrauen, den diese mittleren Temperaturen verdienen, vergleiche man Relat. histor. Tom. I. p. 411, 547, 631—637, 584; Tom. II. p. 73, 418, 463; Tom. III. p. 314—320, 371—382.

San Francisco in Neu-Californien vorbereitet, den glücklichsten Einfluß auf die physikalischen Wissenschaften ausüben.

Vergleicht man das, was man vor vierzig Jahren über die mittlere Temperatur der Aequatorialzone wußte, mit dem, was wir gegenwärtig wissen, so erstaunt man über die Langsamkeit in den Fortschritten der positiven Climatologie. Ich kenne bis heute nur eine einzige mittlere Temperatur zwischen  $3^{\circ}$  N. und  $3^{\circ}$  S., die mit Genauigkeit beobachtet zu seyn scheint; es ist die von Saint-Louis de Maranhão ( $2^{\circ} 29',5$  südl. Br.) in Brasilien, welche der Oberst Antonio Pereira Lago, nach den im Jahre 1821 drei Mal am Tage (um 20h, um 4h und um 11h) gemachten Beobachtungen, zu  $27^{\circ},4$  C. gefunden hat (Annaes das Sciencias, das Artes e das Letras 1822. T. XVI. pl. 2. p. 55—80). Diefes ist noch  $0^{\circ},3$  weniger, als die mittlere Temperatur von Cumana. Unter  $10^{\circ} \frac{1}{2}$  Breite kennen wir nur noch die mittleren Temperaturen von

Batavia ( $6^{\circ} 12'$ S. Br.)	.	:	$26^{\circ},9$ C.
Cumana ( $10^{\circ} 27'$ N. Br.)	.	.	$27^{\circ},7$

Zwischen der Breite von  $10^{\circ} \frac{1}{2}$  und der Gränze der heißen Zone, folgende:

Pondichery ( $11^{\circ} 55'$ N. Br.)	.	.	$29^{\circ},6$
Madras ( $13^{\circ} 4'$ N. Br.)	.	:	$26^{\circ},9$
Manilla ( $14^{\circ} 36'$ N. Br.)	.	:	$25^{\circ},6$
Senegal ( $15^{\circ} 53'$ N. Br.)	.	:	$26^{\circ},5$
Bombay ( $18^{\circ} 56'$ N. Br.)	.	.	$26^{\circ},7$
Macao ( $22^{\circ} 12'$ N. Br.)	.	:	$23^{\circ},3$
Rio Janeiro ( $22^{\circ} 54'$ S. Br.)	.	.	$23^{\circ},5$
Havanna ( $23^{\circ} 9'$ N. Br.)	.	:	$25^{\circ},7$

und, nach den Beobachtungen des Obersten Pereira:

Maranhão ( $2^{\circ} 29'$ S. Br.)	.	.	$27^{\circ},4$
------------------------------------	---	---	----------------

Es scheint aus diesen Angaben zu folgen, daß der einzige Ort, dessen mittlere Temperatur über  $27^{\circ},7$  hinausgeht, unter dem  $12^{\circ}$  der Breite liege. Diese ist Pondichery, durch dessen Klima aber eben so wenig die ganze Aequatorialzone charakterisirt zu werden vermag, wie das Klima der gemäßigten Zone in Nordafrika durch die Oasis von Murzuk, wo der unglückliche Ritchie und der Kapitain Lyon versichern, das Reaumur'sche Thermometer ganze Monate hindurch zwischen  $38^{\circ}$  und  $43^{\circ}$  gesehen zu haben (wegen des in der Luft verbreiteten Sandes?). Die größte Masse der tropischen Länder liegt zwischen dem  $18^{\circ}$  und  $28^{\circ}$  nördl. Breite, und diese Zone ist es auch, aus welcher wir Dank sey es den vielen reichen und Handel treibenden Städten daselbst, die meisten meteorologischen Kenntnisse besitzen. Die drei oder vier dem Aequator zunächst liegenden Grade sind eine *Terra incognita* für die Climatologie. Noch kennen wir nicht die mittleren Temperaturen von Grand-Para, von Guayaquil und selbst nicht einmal von Cayenne!

Wenn man nur die Wärme betrachtet, welche ein gewisser Theil des Jahres erreicht, so findet man in der nördlichen Halbkugel die heißesten Climate unter den Wendekreisen selbst und ein wenig außerhalb derselben. Zu Abusheer ( $28^{\circ}\frac{1}{2}$  Br.) z. B. ist die mittlere Temperatur des Julimonats  $34^{\circ}$ . Im rothen Meere sieht man das Centesimalthermometer am Mittage auf  $44^{\circ}$  und um Mitternacht auf  $34^{\circ}\frac{1}{2}$  stehen. Zu Benares ( $25^{\circ} 20'$  Br.) erreicht die Hitze im Sommer  $44^{\circ}$ , während sie im Winter bis zu  $39^{\circ},2$  herabfällt. Diese Beobachtungen in Ostindien sind mit einem vortrefflichen Six'schen Thermometrographen

gemacht; die mittlere Temperatur von Benares ist  $25^{\circ},2$ .

Die außerordentlichen Temperaturen, welche man in dem mittägigen Theile der gemäßigten Zone, zwischen Aegypten, Arabien und dem persischen Meerbusen beobachtet, sind gleichzeitige Wirkungen der Configuration der umgebenden Länder, der Beschaffenheit ihrer Oberfläche, der steten Klarheit der von Wasserdämpfen ganz befreiten Luft und der Dauer der Tage, die mit der Breite zunimmt. Zwischen den Wendekreisen selbst sind die hohen Temperaturen selten und gehen im Allgemeinen zu Cumana und Bombay nicht über  $32^{\circ},8$ , zu Vera Cruz nicht über  $35^{\circ},1$ . Es ist fast unnöthig, zu erinnern, daß in dieser Notiz nur solche Beobachtungen aufgezeichnet sind, die im Schatten und fern von aller Zurückstrahlung des Bodens gemacht worden. Am Aequator, wo die beiden Solstitial-Höhen  $66^{\circ} 32'$  erreichen, sind die Durchgänge der Sonne durch das Zenith um 186 Tage von einander entfernt; zu Cumana ist die Höhe beim Sommer-Solstitium  $76^{\circ} 59'$ , die beim Winter-Solstitium  $56^{\circ},5$ , und die Durchgänge durch das Zenith (17. April und 26. August) liegen um 131 Tage von einander. Weiter nach Norden, zu Havanna, findet man die Höhe beim Sommer-Solstitium zu  $89^{\circ} 41'$ , die beim Winter-Solst. zu  $43^{\circ} 25'$ , den Zeitraum zwischen den Zenith-Durchgängen (12. Juni und 1. Juli) 19 Tage. Wenn diese Durchgänge sich nicht mit gleicher Deutlichkeit in der Wärmecurve der Monate erkennen lassen, so liegt es daran, daß ihr Einfluß an einigen Orten durch das Eintreten der Regenzeit und anderer elektrischer Phänomene versteckt

wird. Zu Cumana steht die Sonne 109 Tage, oder genauer 1275 Stunden lang (vom 28. Oct. bis zum 14. Febr. des folgenden Jahres) niedriger als der Aequator; aber in diesem Zeitraume geht das Maximum ihres Zenithabstandes nicht über  $53^{\circ} 55'$ . Die Verlangsamung des Ganges der Sonne bei ihrer Annäherung zu den Tropen erhöht die Wärme der Orte, die entfernter vom Aequator liegen, vor allem der an der Gränze der gemäßigten und heißen Zone. Nahe an den Wendekreisen, z.B. zu Havannah ( $23^{\circ} 9' \text{ Br.}$ ), gebraucht die Sonne 24 Tage, um einen Grad auf jeder Seite des Zeniths zu durchlaufen; unter dem Aequator gebraucht sie dazu nur fünf Tage. Zu Paris ( $48^{\circ} 50' \text{ Br.}$ ), wo die Sonne im Winter-Solstitium bis zu  $17^{\circ} 42'$  hinabsinkt, ist die Höhe derselben im Sommer-Solstitium  $64^{\circ} 38'$ . Das wärmende Gestirn steht folglich zu Paris, vom 1. Mai bis zum 22. August, während eines Zeitraums von 103 Tagen oder 1422 Stunden, eben so hoch, wie zu Cumana in einer andern Jahreszeit. Vergleicht man Paris mit Havannah, so findet man, daß am erstern Orte, vom 26. März bis zum 17. September, 175 Tage oder 2407 Stunden lang, die Sonne eben so hoch steht, wie zu einer andern Jahreszeit unter dem Wendekreise des Krebses. Nun hat, in diesem Zeitraume von 175 Tagen, der wärmste Monat (Juli), zufolge der Register im K. Observatorio zu Paris von 1806 bis 1820, eine mittlere Temperatur von  $18^{\circ},6$ , während zu Cumana und zu Havannah, wenn die Sonne sich am ersten Orte bis zu  $56^{\circ} 5'$  und am zweiten bis zu  $45^{\circ} 25'$  gesenkt hat, der kälteste Monat, ungeachtet der längeren Nächte, zu Cumana noch  $26^{\circ},2$  und zu Havannah noch  $21^{\circ},2$

als mittlere Temperatur zeigt. In allen Zonen wird die Temperatur von einem Theile des Jahres durch die Temperatur der vorhergehenden Jahreszeiten modificirt. Unter den Tropen sind die Erniedrigerungen der Temperaturen wenig beträchtlich, weil die Erde in den vorhergehenden Monaten eine Masse an mittlerer Wärme empfangen hat, die zu Cumana  $27^{\circ}$ , zu Havannah  $25^{\circ},5$  des hunderttheiligen Thermometers entspricht.

Nach sämmtlichen Betrachtungen, die ich hier auseinandergesetzt habe, scheint es mir keineswegs wahrscheinlich, daß die Temperatur unter dem Aequator  $29^{\circ},2$  erreichen könne, wie es der gelehrte und achtbare Verfasser der Abhandlung über die *astronomische Strahlenbrechung* angenommen hat. Schon der Pater de Bèze, der erste Reisende, welcher rieth, an den kältesten und wärmsten Stunden des Tages zu beobachten, glaubte in den Jahren 1686 und 1699, als er Siam, Malacca und Batavia verglich, zu finden, „daß die Wärme nicht größer unter dem Aequator sey, als unter  $14^{\circ}$  Breite“. Ich glaube, daß ein Unterschied da ist, aber daß er sehr klein ist und daß er durch den Einfluß sehr vieler Ursachen, die gleichzeitig auf die mittlere Temperatur eines Ortes wirken, verdeckt wird. Die bis heut zu Tage gesammelten Beobachtungen geben uns nicht das Maß einer fortschreitenden Temperaturzunahme zwischen dem Aequator und der Breite von Cumana.

#### IV.

##### *Ueber die gegenwärtige Lage des magnetischen Aequators nach Hrn. Duperrey.*

Die Karten von Hansteen (d. Ann. Bd. 71. Taf. IV.) und Morlet (Biot's *Traité élément.* T. II. Taf. IX.) geben die Lage und Form des magnetischen Aequators für 1780; es war also wichtig, zu untersuchen, ob hierin seitdem beträchtliche Aenderungen Statt gefunden. Dieß ist neuerlich durch Hrn. Duperrey geschehen. Auf der in den J. 1822 — 1825 mit der Corvette la Coquille unternommenen Reise um die Welt durchschnitt derselbe den magnetischen Aequator sechs Mal, nämlich an folgenden Punkten:

I.	27° 19' 22"	westl. Länge u.	12° 27' 11"	südl. Br.	
II.	14 20 15	-	-	9 45	o - -
III.	83 33	-	-	7 45	- - -
IV.	85 46	-	-	6 18	- - -
V.	170 37 24	östl.	-	0 53	nördl. -
VI.	145 2 38	-	-	7 0	- - -

Unter  $27^{\circ} \frac{1}{2}$  u.  $14^{\circ} \frac{1}{2}$  westl. Länge war, nach Morlet, die Breite des magnetischen Aequators:  $14^{\circ} 10'$  u.  $11^{\circ} 36'$ ; seit 1780 hat sich also der erste Punkt um  $1^{\circ} 43'$  und der zweite um  $1^{\circ} 51'$  dem geographischen Aequator *genähert*. Die vier übrigen Punkte haben sich dagegen, nach den Karten von Hansteen und Morlet, seitdem vom geograph. Aequator *entfernt*. Diese Erscheinungen lassen sich, ohne für den magnetischen Aequator eine Gestaltveränderung anzunehmen, sehr einfach durch die Hypothese erklären, daß derselbe von Jahr zu Jahr von Osten nach Westen fortrückt. Diefemnach würde er seit 1780 um  $10^{\circ}$  zurückgewichen seyn, und dieß geben auch sehr nahe die directen Beobachtungen über die Lage der Knoten. Duperrey fand den Knoten unter  $172^{\circ}$  östl. L., der nach Hansteen's Karte unter  $184^{\circ}$  gelegen hatte, und Freycinet's Beobachtungen bringen den Tangentialpunkt Morlet's (unter  $120^{\circ}$  westl. L. Hansteen nimmt dafür zwei Durchschnittspunkte unter  $108^{\circ}$  und  $126^{\circ}$ ) nach  $132^{\circ}$  westl. L. Eben so fand Sabine zu St. Thomas an der afrikanischen Küste, unter  $0^{\circ} 24'$  N. Br., die Neigung  $0^{\circ} 4'$  südl. (d. Ann. Bd. 82. S. 103), also fast unter  $5^{\circ}$  östl. Länge den Knoten, der nach Hansteen und Morlet im J. 1780 zum wenigsten unter  $13^{\circ}$  östl. L. befindlich gewesen. Hienach ist also das Daseyn einer fortschreitenden Bewegung des magnetischen Aequators sehr wahrscheinlich. Die Beobachtungen von Duperrey und Freycinet haben ferner in einem größeren Umfange die Vermuthung Morlet's bestätigt, daß von der Lage eines Ortes gegen den magnetischen Aequator die Neigung und Abweichung daselbst abhängig sey. Wo vermöge jener Bewegung des magnetisch. Aequators die magnetische Breite eines Ortes (gemessen durch den als größten Kreis betrachteten magnetischen Meridian des Orts) *zunimmt*, *nimmt* die Neigung der Magnetnadel *ab* und umgekehrt. So *wächst* die Inclination zu St. Helena und am Cap, während sie auf Ascension abnimmt. Dagegen ändert sich dieselbe nur wenig an Orten, die in der Nähe der Wendepunkte des magnetischen Aequators liegen, weil dieser hieselbst dem Erdäquator parallel läuft. Dieß ist der Fall bei Otahaiti, wo Baily, Wales und Cook zwischen 1773 u. 1777 die Neigung zu  $30^{\circ}$  fanden, und Hr. Duperrey sie noch auf  $30^{\circ} 36'$  antraf. Welchen Einfluß die Lage des magnet. Aequators auf die Abweichung der Magnetnadel ausübt, wird sich aus dem Detail der Beobachtungen von Freycinet und Duperrey ergeben. (Auszug aus den Annal. de Chim. et Phys. XXX. 347.)



## V.

*Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen;*

von

J. J. BERZELIUS.

(Beschluss.)

19. *Tantal.* Dieses Metall hat zwei Oxydationsstufen, in denen die Multipla des Sauerstoffs = 2 : 3 sind. Ueber die Anzahl der Tantal-Atome giebt es nichts als Muthmaßung, und da die Tantalsäure einerseits nur sehr wenig Sauerstoff enthält, andererseits als Säure nur wenig hervorstechende Eigenschaften besitzt, so werde ich annehmen, daß sie ist:  $2\text{Ta} + 3\text{O}$ . Das Atomengewicht ist aus folgendem Versuch berechnet: 99,75 Theile reines Schwefeltantal wurden mit Beachtung der gewöhnlichen Vorsichtsmaßregeln, die Schwefelsäure fortzuschaffen, zu Tantalsäure verbrannt und gaben 89,35. Der Unterschied zwischen beiden Gewichten verhält sich zum Sauerstoff in den 89,35 Tantalsäure, wie sich der Unterschied zwischen einem Atome Schwefel und einem Atome Sauerstoff verhält zu einem Atome Sauerstoff; dies setzt in den 89,35 Thl. Tantalsäure 10,287 Thl. Sauerstoff voraus. Wenn dies 3 Atome sind und die übrigen 79,063 zwei Atome Tantal, so wird das Gewicht des Tantal-Atoms: 1152,87, d. h. 184,65 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

20. *Titan,* das höhere Oxyd dieses Metalles, oder

die Titan Säure ist isomorph mit Zinnoxid und muß folglich, so wie dieses, 2 Atome Sauerstoff enthalten. Dieses Atomengewicht ist durch Heinrich Rose bestimmt. Er fand, daß 101,7 Thl. Schwefeltitan zu 75,7 Thl. Titan Säure verbrennen. Durch dieselbe Art Rechnung, wie beim Tantal, folgt daraus, daß das Atomengewicht 289,1 wiegt, oder 62,25 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

21. *Gold*. Dieses Metall hat zwei Oxyde, worin die Sauerstoffmultipla sind  $= 1 : 3$ . Eins fehlt zwischen ihnen, von dem wir muthmaßen, daß es das purpurfarbene ist. Auszumachen, ob diese Oxyde aus:  $\text{Au} + \text{O}$  und  $\text{Au} + 3\text{O}$ , oder aus:  $2\text{Au} + \text{O}$  und  $2\text{Au} + 3\text{O}$  bestehen, ist nicht anders möglich, als durch die Beobachtung von Dulong und Petit über die specifische Wärme des Goldes; diese stimmt mit 2 Atomen Gold in diesen Oxyden überein. Das Atomengewicht des Goldes ist bestimmt durch die Queckfilbermenge, welche nöthig ist; das Gold aus seinem Chlorid zu fällen, während das Queckfilber sich ins Chlorid verwandelt. 142,9 Thl. Queckfilber schlagen 93,55 Gold nieder. Wenn aber das Queckfilber nur 2 Atome Chlor und das Gold 3 Atome Chlor aufnimmt, so entspricht das Queckfilber drei Atomen und das Gold zwei Atomen. Wenn folglich das Atom des Queckfilbers 1265,3 wiegt, so wiegt das des Goldes 1243, d. i. 199,079 Mal mehr, als das des Wasserstoffs.

22 u. 23. *Osmium* und *Iridium* sind die einzigen Körper, deren Verbindungsverhältnisse unbekannt sind.

24. *Platin*. Diese Metall hat zwei Oxydationsstufen, in welchen die Sauerstoffmultipla sind wie 1 und 2. Der Versuch, welchen ich in dem Vorherge-

henden von Dulong und Petit angeführt habe, scheint zu beweisen, daß sie ein Atom Platin auf 1 oder 2 Atome Sauerstoff enthalten, obgleich das Platin-oxydul sonst dem Kupferoxydul sehr gleicht, welches aus  $2\text{Cu} + \text{O}$  besteht. Das Atomengewicht des Platins ist bestimmt durch die Zersetzung des Chlorürs im Glühen. 100 Thl. Platinchlorür hinterlassen 73,3 metallisches Platin, und wenn das fortgehende 2 Atomen Chlor sind, wiegt ein Atom Platin 1215,23 und ist 193,83 Mal so schwer, als ein Atom Wasserstoff.

25. *Rhodium*. Dieses Metall hat 3 Oxyde, worin die Sauerstoffmultipla sind: 1, 2 und 3; ob aber diese mit einem oder zwei Atomen Rhodium vereinigt sind, hat bisher noch nicht mit einiger Bestimmtheit berechnet werden können. Das mittlere dieser Oxyde vereinigt sich mit Basen und enthält in der Verbindung, welche mit Kali erhalten wird, nachdem der Ueberschuß von Alkali ist ausgewaschen worden, vier Mal so viel Sauerstoff, als die Basis. Aber daraus kann nicht mehr gefolgert werden, als daß diese Oxydationsstufe nicht 3 Atomen Sauerstoff enthält; denn die neutrale Verbindung, aus welcher die Sauerstoffatome sollten berechnet werden, wird vom Wasser zerstört. Da das Rhodium in vielen seiner Verhältnisse dem Platin gleicht, aber nur das halbe specifische Gewicht desselben besitzt, so ist es nicht wahrscheinlich, daß sein Atom schwerer ist, als das des Platins; dieses wird es aber, wenn man in der angeführten Oxydreihe bloß ein Atom Rhodium vereinigt mit 1, 2 und 3 Atomen Sauerstoff annimmt. Ich nehme deshalb das Rhodium-oxydul zu  $2\text{R} + \text{O}$  an. Das demselben entsprechende Chlorür, durchs Glühen zerlegt, hinterläßt von 100

Theilen 77,23 Thl. metallisches Rhodium. Wenn aber die fortgegangenen 22,77 eben so, wie das zurückgebliebene Metall, ein Atom ausmacht, so wiegt ein Atom Rhodium 750,65, oder ist 120,2 Mal so schwer, als das Wasserstoffatom.

26. *Palladium*. Man kennt von diesem Metall nur ein Oxyd und eine Schweflungsstufe, und beide halten eine gleiche Anzahl von Atomen. Es bleibt also bloß die Vermuthung übrig, daß sie aus einem Atome von jedem Elemente zusammengesetzt sind. 100 Thl. Palladium nehmen zur völligen Sättigung 28,15 Schwefel auf, und wenn dies ein Atom ist, so wiegt ein Atom Palladium 714,60 und ist 114,45 Mal so schwer, als das Atom des Wasserstoffs.

27. *Silber*. 100 Thl. Silber geben, nach dem, was ich schon beim Chlor angeführt habe, 132,75 Thl. Chlorsilber. Ich habe allen Grund, dieses als  $\text{AgCl}^2$  zu betrachten und das Silberoxyd als zusammengesetzt aus einem Atome Radikal und einem Atome Sauerstoff, in Uebereinstimmung mit den stärkeren Basen unter den Metalloxyden. Die große Leichtigkeit, womit das Superoxyd dieses Metalles seinen Sauerstoff abgibt, scheint zu zeigen, daß man annehmen muß, das Superoxyd enthalte mehr Sauerstoff, als:  $\text{Ag} + \text{O}$ . In diesem Falle wiegt das Atom des Silbers 1551,605, oder ist 216,46 Mal so schwer, als das Atom des Wasserstoffs.

Ich habe zuvor angeführt, daß das Atomengewicht, welches aus der specifischen Wärme des Silbers in Dulong's und Petit's Versuchen hergeleitet wird, nur gerade zu der Hälfte von diesem ausfällt; denn sie fanden die specifische Wärme des Silbers

= 0,0557, welche mit  $\frac{1351,605}{2}$  multiplicirt = 0,3764 ist. Es ließe sich wohl sagen, daß für eine Zusammensetzung des Silberoxydes, wie sie aus diesem Atomengewicht folgt, die Analogien mit dem Queckfilber- und Kupferoxydul angeführt werden könnte. Vergleicht man aber weiter das Silber mit dem Blei, sowohl hinsichtlich ihres specifischen Gewichts, als hinsichtlich ihrer Verbindungen mit Chlor (Hornblei und Hornsilber), so findet man es gewiß wunderlich, wenn das Atomengewicht des Silbers bloß die Hälfte von dem des Bleies, und im Hornsilber vom Radikal die doppelte Anzahl Atome gegen die im Hornblei seyn soll. Indes muß die Sache bis auf Weiteres als unentschieden betrachtet werden. In den Tabellen (des Lehrbuchs) wird der ganze Unterschied der, daß in dem einen Falle das Silber-Atom mit einem einfachen und in dem andern mit einem doppelten oder durchstrichenen Buchstaben, entweder mit Ag oder mit g bezeichnet wird.

28. *Queckfilber.* Nach den Versuchen von Sefström nehmen 100 Thl. Queckfilber, um Oxyd zu werden, 7,8g; 7,9 bis 7,97 Thl. Sauerstoff auf, und um Oxydul zu werden, die Hälfte dieser Quantität. Sefström betrachtet 7,9 als die nächste Approximation zum richtigen Verhältnisse. Da das Oxyd eine stärkere Basis ist, als das Oxydul, welches oft durch Einwirkung sehr geringer Kräfte metallisches Queckfilber absetzt und sich in Oxyd verwandelt, so hat man Grund, dieses als aus  $2\text{Hg} + \text{O}$  und  $\text{Hg} + \text{O}$  zusammengesetzt zu betrachten. Das Atom des Queckfilbers wiegt dann 1265,8; oder 202,72 Mal so viel, als das des Wassers:

29. *Kupfer.* Das Atom dieses Metalles gehört zu denen, die am leichtesten und mit großer Genauigkeit bestimmt werden können; weil man dazu nur eine gewogene Quantität von reinem Kupferoxyd in einem kleinen gewogenen Glasapparat durch Wasserstoffgas zu reduciren braucht. a) 7,68075 Grm. Kupferoxyd, zur Befreiung von Feuchtigkeit vor dem Wägen in dem Gefäße unter Hindurchleitung von trockner Luft geglüht, verloren bei der Reduction mit Wasserstoffgas 1,55 Grm. an fortgegangenem Sauerstoff. b) 9,6115 Grm. Kupferoxyd verloren bei gleicher Behandlung 1,939 Sauerstoff. Hundert Theile Kupfer geben nach dem ersten 125,272 und nach dem letzten 125,2824 Thl. Kupferoxyd. Diese Versuche variiren also erst in der fünften Ziffer des Gewichts vom Kupferoxyd und auch da nur um Eins. Der erste Versuch ist der Berechnung zum Grunde gelegt, wobei wir sowohl aus der Isomorphie des Kupferoxyds mit dem Eisenoxydul, als auch aus der specifischen Wärme desselben mit ziemlicher Sicherheit schliessen können, daß es aus  $\text{Cu} + \text{O}$  besteht. Dann wiegt ein Atom Kupfer 395,695 und ist 63,325 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

30. *Uran.* Nach den Versuchen von Arfvedson und mir, hat dies Metall zwei Oxyde, in denen die Sauerstoffmultipla sind 2 und 3. Dies giebt Anleitung, diese Oxyde als:  $\text{U} + \text{O}$  und  $2\text{U} + 3\text{O}$  zu betrachten, weil jedenfalls das Uran, ungeachtet es nicht zu den specifisch schweren Körpern gehört, doch das höchste Atomengewicht besitzt. Das Atomengewicht des Urans kann mit gleicher Genauigkeit und auf dieselbe Weise, wie das des Kupfers, bestimmt werden, wenn man

Uranoxydul in einem Strome von Wasserstoffgas gelinde glüht. Auf diese Weise fand Arfvedson, womit auch ein späterer von mir angestellter Versuch vollkommen übereinstimmt, daß 100 Thl. Uran im Oxydul mit 3,557 Thl. Sauerstoff vereinigt sind. Dem zu Folge wiegt das Uran-Atom 2711,36, oder 434,23 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

31. *Wismuth* hat zwei Oxyde, von welchen bloß das eine seiner Zusammensetzung nach bekannt ist. Das Schwefelwismuth enthält eine gleiche Anzahl Atome wie das Wismuthoxyd. Um über die Anzahl von Atomen in dem Wismuthoxyde zu einiger Gewissheit zu kommen, haben wir keine andere Anleitung, als Dulong's und Petit's Versuche über die specifische Wärme der Metalle; aus ihnen findet man, daß, wenn Wismuthoxyd:  $\text{Bi} + \text{O}$  ist, das Product der Multiplication der specifischen Wärme mit dem Atomengewicht  $\frac{1}{2}$  ausmacht, daß aber, wenn das erstere  $2\text{Bi} + 3\text{O}$  ist, letzteres gleich wird mit den Producten bei den übrigen 9 Körpern, die ich schon angeführt habe. In diesem Falle ist das Wismuthoxyd zusammengesetzt aus derselben Anzahl von Atomen, wie das Antimonoxyd, mit welchem es bekanntlich in seinem Verhalten so viele Analogie hat. — Lagerhjelm fand, daß 100 Thl. metallisches Wismuth sich mit 11,275 Thl. Sauerstoff verbinden, und wenn dies 2 und 3 Atomen sind, so wiegt das Atom Wismuth 1330,4 und ist 213,07 Mal schwerer, als das des Wasserstoffs.

32. *Zinn*. Das von Dulong und Petit bemerkte Verhältniß zwischen der specifischen Wärme und dem Atomengewicht des Zinns, zeigt, daß in den beiden Oxyden des Zinns, wie in denen des Platins, ein

Atom Zinn vereinigt ist mit *einem* und mit *zwei* Atomen Sauerstoff. Hundert Theile Zinn mittelst reiner Salpetersäure in Zinnoxid verwandelt, gaben 127,2 Thl. dieses Oxydes. Daraus folgt, daß das Atom des Zinns wiegt: 735,29, oder 117,76 Mal so viel, als das Wasserstoffatom.

33. *Blei*. Die Zusammensetzung des Bleioxydes kann auf dieselbe Weise und mit derselben Genauigkeit bestimmt werden, wie die des Kupferoxyds. Nach einer Mittelzahl aus 4 Versuchen, von welchen einige nur in der 6ten Ziffer des Gewichts vom Bleioxyde variierten, vereinigen sich 100 Thl. Blei mit 7,725 Thl. Sauerstoff, woraus folgt, daß das Atom des Bleies 1294,5 wiegt, und daß es 207,12 Mal schwerer ist, als das des Wasserstoffatoms.

34. *Cadmium*. Nach Stromeyer's Versuchen nehmen 100 Thl. Cadmium in der einen bekannten Oxydationsstufe dieses Metalles 14,352 Thl. Sauerstoff auf. Dies Oxyd ist muthmaßlich  $\text{Cd} + \text{O}$ , und dann wiegt ein Atom vom Cadmium 696,77, oder ist 111,6 Mal so schwer, als das vom Wasserstoff.

35. *Zink*. Nach den übereinstimmenden Versuchen von Gay-Lussac und mir, nehmen 100 Thl. Zink, um Zinkoxyd zu werden, 24,8 Thl. Sauerstoff auf. Das Atom des Zinks wiegt alsdann 403,225, und ist 64,57 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

36. *Nickel*. Rothhoff fand, daß 188 Thl. Nickeloxyd, zu neutralem Chlorür verwandelt, mit salpetersaurem Silber 718,2 Thl. Chlor Silber gaben. Hieraus wird das Gewicht des Nickels berechnet, auf die Weise, daß sich wie 718,2 : 188 verhält das Gewicht von  $\text{AgCl}^2$  (1794,255) zu  $\text{NiO}$ . Dies gibt für das



Atom des Nickeloxydes 469,755, wovon ein Atom Sauerstoff = 100 abgezogen, für das Nickel-Atom übrig bleibt: 369,755, und dieses 59,21 Mal so viel wiegt, als das des Wasserstoffatoms.

37. *Kobalt.* Rothhoff fand, daß 269,2 Thl. Kobaltoxyd zu neutralem Chlorür verwandelt und mit salpeterfaurem Silber gefällt, 1029,9 Thl. Chlor Silber erzeugten, durch eine mit der oben angeführten völlig gleichen Rechnung folgt dann, daß das Atom des Kobaltes 369 wiegt und daß es 59,11 Mal so schwer ist, als das Atom des Wasserstoffs.

38. *Eisen.* Bei mehreren wiederholten Versuchen habe ich gefunden, daß 100 Thl. schwedischen Eisens, von der Sorte, die zu Claviersaiten gezogen wird, 145,5 Thl. Eisenoxyd giebt, und dieses Eisen 0,005 seines Gewichtes Kohle enthält. Wird diese Kohle abgezogen, so bleibt als Resultat, daß 100 Theile Eisen 144,25 Thl. Eisenoxyd geben. Einige Chemiker nehmen die Zusammensetzung des Eisenoxydes nach dem unmittelbaren Resultate der Verwandlung des Eisens zu Oxyd an, ohne die Kohle abzurechnen. Dies ist offenbar unrichtig. In den von mir angestellten Versuchen wurde die Kohle durch Verbrennung in Kohlensäure verwandelt und der Kohlengehalt nach dem Gewichte des erhaltenen kohlensauren Kalkes bestimmt. Wenn nun die gefundenen Zahlen 100 und 44,25 nach dem, was schon vorher bestimmt worden, 2 und 3 Atome sind, so wiegt das Atom des Eisens 339,215 und ist 54,33 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

39. *Mangan.* 100 Thl. Mangan vereinigen sich mit 42,16 Sauerstoff, um Manganoxyd, d. i.  $2\text{Mn} + 5\text{O}$  zu werden. Daraus folgt, daß das Atom des Man-

gans 355,787 wiegt und 56,95 Mal so schwer ist, als das des Wasserstoffs.

40. *Cerium*. In den Oxyden dieses Metalles verhalten sich die Sauerstoffmultipla wie 2 und 3. Diese ist, nach dem, was wir bei andern Metallen angenommen haben, eine Andeutung, sie als:  $\text{Ce} + \text{O}$  und  $2\text{Ce} + 3\text{O}$  zu betrachten. Nach den Versuchen von Hisinger nehmen 100 Thl. Cerium im Oxydul 14,821 Thl. Sauerstoff auf; woraus folgt, daß das Atom des Ceriums 574,72 wiegt, oder 92,049 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

41. *Zirconium*. Der Sauerstoffgehalt der Zirkonerde ist nach der Menge bestimmt, die von derselben 100 Thl. Schwefelsäure sättigen. In sechs Versuchen wurden die folgenden Mengen: 75,74; 75,80; 75,84; 75,84; 75,92 u. 75,96 Thl. Zirkonerde erhalten. Diese müssen nun 19,95 Thl. Sauerstoff enthalten. Um zu bestimmen, wie viel Sauerstoffatome diese ausmachen, bedient man sich des Umstandes, daß Fluorzirconium sich mit Fluorkalium in zwei Verhältnissen verbindet, worin die Fluormultipla zwischen beiden Salzen sind: wie 1 : 1 und 2 : 3. Da dieses auch mit Fluoraluminium und mit Fluoreisen der Fall ist, wo die Oxyde 3 Atome Sauerstoff enthalten, so ist diese eine Andeutung, die Zirkonerde, wie diese Oxyde, als bestehend aus  $2\text{Zr} + 3\text{O}$  zu betrachten. Dann wiegt das Atomengewicht 420,21, oder 67,2 Mal so viel, als das des Wasserstoffatoms.

42. *Yttrium*. Man hat nach Aehnlichkeit der Yttererde mit dem Ceroxydul, allen Grund, sie mit jenem als gleich zusammengesetzt zu betrachten, nämlich aus:  $\text{Y} + \text{O}$ . Die Zusammensetzung der Ytter-

erde ist darnach berechnet, daß 100 Thl. gelinde geglühter schwefelsaurer Yttererde, mit Chlorbaryum gefällt, 145,27 Thl. schwefelf. Baryt geben. Daraus berechnet, fällt das Gewicht eines Atomes zu 402,57 aus, und ist 64,47 Mal so schwer, als das des Wassers.

43. *Beryllium* (das Glycium der englischen und französischen Chemiker). Das Beryllium hat nur eine bekannte Oxydationsstufe. Die Beryllerde vereinigt sich leicht mit solchen Oxyden, die 3 Atome Sauerstoff enthalten, z. B. mit Schwefelsäure, Kiefelsäure und Thonerde, und zwar in solchen Verhältnissen, daß die Beryllerde  $\frac{1}{2}$  und sogar  $\frac{1}{3}$  so viel Sauerstoff enthält, wie diese; dies deutet an, daß die Erde muthmaßlich weder ein noch zwei Atomen enthält, sondern wie die Thon- und Zirkonerde 3 Atome, und wahrscheinlich diese mit 2 Atomen des Radikals verbunden sind. Die Zusammensetzung des Smaragds und Euclases, welche Doppelsilicate von Thonerde und Beryllerde sind, stimmen nicht wohl mit einem andern Atomenverhältnisse in der Beryllerde, als mit diesem. Das Atomengewicht ist nach folgendem Versuch bestimmt: schwefelsaure Beryllerde (ganz gesättigt), die 100,1 Thl. Beryllerde enthielt, gab 454,9 schwefelf. Baryt, als sie mit Chlorbaryum gefällt wurde. Daraus findet man, daß die Erde 31,154 pr. Ct. Sauerstoff enthalten muß. Wenn denn die Erde  $2\text{Bl} + 3\text{O}$  ist, so wiegt das Beryllium 331,28, und sein Atom ist 53,04 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

44. *Aluminium*. 100 Thl. wasserfreier schwefelsaurer Thonerde hinterlassen, nach Verjagung der

Säure im heftigen Feuer, 29,934 Thl. Thonerde. 100 Thl. Schwefelsäure werden folglich von 42,7227 Thl. Thonerde gesättigt, und die Erde enthält 46,7047 pr. Ct. Sauerstoff. Diese ist  $2\text{Al} + 3\text{O}$ , und folglich wiegt das Atom 171,667, oder 27,49 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

45. *Magnesium*. Mehrere Chemiker haben in den letzteren Jahren die Zusammensetzung und das Sättigungsverhältniß der Talkerde untersucht, mit einem Resultat, das nicht ganz mit dem meinigen übereinstimmt. Ich habe auf folgende Art verfahren. Um eine von Manganoxydul freie Talkerde zu erhalten, wurde *Magnesia alba* in Wasser gelöst, worin Kohlenäuregas geleitet wurde. Die Auflösung gab beim Kochen eine Talkerde, worin nicht eine Spur von Mangan enthalten war. 100 Theile von dieser reinen, durch Glühen caustisch gemachten, Talkerde, in einem gewogenen Platintiegel in einem Ueberschuß von destillirter, mit Wasser verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, vorsichtig abgedunstet und der Ueberschuß von Säure bei einer allmählig bis zum Glühen steigenden Hitze fortgejagt, hinterließen 293,985 Thl. schwefelsaurer Talkerde, die sich ohne Trübung in Wasser auflöste und folglich durch die Hitze erst einen Theil ihrer Säure verloren hatte \*). Hieraus kann man das Atomengewicht des Magnesiums berechnen, welches dann wird: 158,36,

\*) In diesem Falle behält die Erde ihre Säure beim Glühen, weil das Wasser, was sonst eine Spur davon wegführt, eher als der Säureüberschuß fortdunstet. Ich habe gezeigt, daß der Niederschlag mit Chlorbaryum ein unrichtiges Resultat liefert, dadurch, daß *Magnesia* mit dem schwefelsauren Baryt niederfällt.

oder 25,33 Mal so viel wiegt, als das des Wasserstoffs.

46. *Calcium*. Das Atom desselben ist nach folgendem Versuche bestimmt: 301 Thl. wasserfreien Chlorcalciums in Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, geben 773 Thl. Chlorcalcium. Danach das Atomengewicht berechnet, wird dies 256,03, d. i. das 41 fache des vom Wasserstoff.

47. *Strontian*. Stromeyer fand, daß 100 Thl. wasserfreies Chlorstrontium 181,25 Thl. Chlor Silber hervorbringen. Dieses giebt das Atomengewicht des Strontiums zu 547,3, oder zu 87,57 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

48. *Baryum*. 100 Thl. wasserfreies Chlorbaryum gaben in zwei Versuchen 138,06 und 138,08 Chlor Silber. Dieselbe Quantität Chlorbaryum gab mit Schwefelsäure 112,17 und 112,18 Thl. schwefelsauren Baryts. Nach dem Mittel aus den ersteren dieser wiegt ein Atom Baryum 856,95, und nach dem Mittel aus den letzteren 856,93, welche folglich als durchaus miteinander übereinstimmend angesehen werden können. Das Baryumatom wiegt alsdann 137,11 Mal mehr, als das Wasserstoffatom.

49. *Lithium*. 420,4 Thl. Chlorlithium gaben nach Arfvedsons Versuchen 1322,4 Thl. Chlor Silber; dies giebt das Atomengewicht für das Lithium: 127,8, oder 20,45 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

50. *Natrium* (das Sodium der französischen und englischen Chemiker). 100 Thl. Chlornatrium geben 244,6 Thl. Chlor Silber. Daraus folgt, daß das Atom des Natriums 290,92 wiegt, oder 46,55 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

51. *Kalium* (das Potassium der französischen und englischen Chemiker). 100 Thl. Chlorkalium gaben 192,4 Thl. Chlorfilber. Daraus folgt, daß das Atomengewicht des Kaliums 487,915 wiegt, und 78,14 Mal so schwer ist, als das Wasserstoffatom. Kalium und Natrium sind darin von einander verschieden, daß das Superoxyd von Kalium:  $K + 3O$ , und das von Natrium:  $2Na + 3O$  ist \*).

- \*) Hinsichtlich dessen, was in der ersten Abtheilung dieses Aufsatzes Bd. 83. S. 408 über den Phosphor gesagt ist, muß bemerkt werden, daß dem Hrn. Verfass. zur Zeit, als derselbe diesen Aufsatz schrieb, die Untersuchung des Prof. H. Rose über die Phosphorverbindungen unbekannt war. Noch ist zu bemerken, daß es Bd. 83. S. 397 unter dem Titel nicht Thl. II, sondern Thl. III heißen muß. P.

## VI.

*Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen;*

VON

HEINRICH ROSE.

(Fortsetzung der in Bd. 82. S. 214 abgebrochenen Abhandlung.)

Kurze Zeit, nachdem im Februarhefte dieser Anna-  
len der Anfang dieser Abhandlung erschienen war,  
hatte ich dem Herausgeber die Fortsetzung für das  
Märzheft übergeben. Der Druck derselben war schon  
vollendet, als ich das Februarheft der Annales de Chi-  
mie et de Physique erhielt, in welchem sich ein Auf-  
satz des Herrn J. Dumas über die Verbindungen des  
Phosphors, und vorzüglich über die mit Wasserstoff,  
befindet. Die von ihm gefundenen Resultate stimm-  
ten indessen mit den meinigen fast in keinem Punkte  
überein. Die Verschiedenheit der Resultate dieses aus-  
gezeichneten Chemikers, und der von mir gefundenen,  
bewog mich, die Fortsetzung meiner Abhandlung zu-  
rückzunehmen; ich hielt es für nothwendig, durch  
neue Versuche mich von der Wahrheit meiner Resultate  
nochmals zu überzeugen. Ich fand indessen das wiederum  
bestätigt, was ich früher gefunden hatte, und mache  
daher meine Abhandlung unverändert bekannt, nach-  
dem ich sie nur durch eine grössere Zahl von Ver-  
suchen erweitert habe. Ich werde in der Folge  
mir alle mögliche Mühe geben, zu untersuchen,  
woher der Mangel an Uebereinstimmung zwischen

der Arbeit des Herrn Dumas und der meinigen herrührt.

## II. Ueber das Gas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird.

Man hat bisher ganz allgemein angenommen, daß dieses Phosphorwasserstoffgas, welches bei Berührung mit der atmosphärischen Luft sich nicht entzündet, weniger Phosphor enthalte, als das gewöhnliche durch Kochen des Phosphors mit Wasser und einem Alkali oder einer alkalischen Erde bereitete Gas. Man hat nie daran gedacht, diese Annahme zu bestreiten, hauptsächlich wohl deshalb, weil es zu wahrscheinlich schien, daß die Selbstentzündlichkeit des gewöhnlichen Phosphorwasserstoffgases der größeren Menge des in diesem enthaltenen Phosphors zuzuschreiben sey. Die Resultate der Untersuchungen indessen, die ich mit dem sich nicht von selbst an der Luft entzündenden, aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure bereiteten, Phosphorwasserstoffgase angestellt habe, sind jener allgemeinen Ansicht ganz entgegen, und beweisen, daß dieses Gas mehr Phosphor enthält, als das gewöhnliche Phosphorwasserstoffgas.

Die wasserhaltige phosphorichte Säure, aus welcher ich durch Erwärmung das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas bereitete, wurde durch Zersetzung des flüssigen Chlorphosphors durch Wasser erhalten; die entstandene Chlorwasserstoffsäure wurde durch Abdampfen entfernt. Die großen Mengen von flüssigem Chlorphosphor, die ich hierzu gebrauchte, gewann ich dadurch, daß ich Phosphor in einem starken Strome von Chlorgas in einem passenden Apparate erhitzte, und den entstandenen Chlorphosphor abdestil-



lirte. Kommt viel Phosphordampf mit Chlor in Berührung, so entsteht nur flüssiger Chlorphosphor; hat sich indessen auch zugleich fester Chlorphosphor gebildet, so verwandelt man denselben in flüssigen, wenn man das Destillat mit Phosphor sehr gelinde erwärmt\*).

Das durch Erwärmung der wasserhaltigen phosphorichten Säure, die nur noch bisweilen geringe Spuren von Chlorwasserstoffsäure enthielt, gewonnene Gas leitete ich, nachdem es durch Chlorcalcium getrocknet worden, über eine gewogene Menge von Kupferchlorid (Chlorkupfer im Maximum), und erwärmte dieses so gelinde, daß sich durch die Erwärmung kein Chlor daraus entwickeln konnte. Die Zersetzung des Kupferchlorids erfolgte durch dieses Phosphorwasserstoffgas schneller, als durch das andere; es bildete sich sogar schon Chlorwasserstoffgas ehe das Kupferchlorid erhitzt wurde, auch wenn ich eine phosphorichte Säure anwandte, die nicht eine Spur von Chlorwasserstoffsäure enthielt. Die Operation wurde so lange fortgesetzt, bis sich keine Salmiaknebel erzeugten, wenn das Gas über flüssiges kauftisches Ammoniak geleitet wurde. Hierbei zeigte sich eine sonderbare Erscheinung. So lange das entweichende Gas aus vielem Chlorwasserstoffgas und wenig Phosphorwasserstoffgas bestand, wie zu Anfange der Operation, so ent-

\*) Verbrennt man Phosphor in Chlorgas, so ist die Flamme, bei welcher sich der feste Chlorphosphor bildet, sehr verschieden von der, bei welcher der flüssige entsteht. Die erstere ist springend und knisternd, die letztere gleichförmig. Der Unterschied zwischen beiden ist so auffallend, daß man schon durch die Flamme wissen kann, ob sich fester oder flüssiger Chlorphosphor, oder beide zu gleicher Zeit bilden.

zündete es sich zwar nie von selbst an der Luft, nachdem es durch Wasser, oder durch eine Auflösung von Kali oder kohlensaurem Ammoniak geleitet worden, wohl aber, wenn es mit den Dämpfen des caustischen Ammoniaks in Berührung kam. Bestand hingegen das Gas aus wenig Chlorwasserstoffgas und vielem Phosphorwasserstoffgas, so entzündete es sich nicht mehr von selbst bei Berührung mit Ammoniakgas. Ich werde auf diese Erscheinung in der Folge wieder zurückkommen.

1,529 Grm. Kupferchlorid gaben durch Zersetzung mit dem von selbst sich nicht entzündenden Phosphorwasserstoffgase 1,202 Grm. Phosphorkupfer. — Dieses Resultat war mir sehr unerwartet, denn da 1,529 Grm. Kupferchlorid 0,722 Grm. Kupfer enthalten, so bestand das gebildete Phosphorkupfer in 100 Theilen aus:

60,07	Kupfer
39,93	Phosphor
<hr/>	
100,00.	

Diese Zusammensetzung entspricht indessen so nahe wie möglich einer Verbindung von vier Atomen Phosphor und drei Atomen Kupfer, denn diese besteht der Berechnung nach aus:

60,21	Kupfer
39,79	Phosphor
<hr/>	
100,00.	

Wenn aber bei diesen Versuchen sich aller Phosphor des zeretzten Gases mit dem Kupfer, und aller Wasserstoff mit dem Chlor verbunden hat, so enthält das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasser-

stoffgas noch ein Mal so viel Phosphor, oder nur halb so viel Wasserstoff, als das gewöhnliche, sich von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas. Denn da im Kupferchlorid drei Atome Kupfer mit zwölf Atomen Chlor verbunden sind, und letztere eine gleiche Anzahl von Atomen Wasserstoff aufnehmen, um Chlorwasserstoff zu bilden, so muß das zersetzte Gas aus einem Atome Phosphor verbunden mit drei Atomen Wasserstoff bestanden haben. Es wäre also im Hundert zusammengesetzt aus:

95,46	Phosphor
4,54	Wasserstoff

100,00.

Bei Wiederholung dieses Versuches erhielt ich aus 1,658 Grm. Kupferchlorid 1,264 Grm. Phosphorkupfer. Letzteres bestand also aus:

61,95	Kupfer
38,05	Phosphor

100,00.

Dieses Resultat sah ich als eine Bestätigung an, daß das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas so zusammengesetzt sey, wie ich es aus dem ersten Versuche gefolgert hatte. Indessen, als ich bei einem dritten Versuche dieses Phosphorwasserstoffgas über gepülverten reinen Schwefelkies leitete, und dazu, wegen der langsameren Zersetzung, eine größere Menge des Gases gebrauchte, erhielt ich ein Phosphoreisen, welches — nach einer Analyse, bei der es in Salpetersäure gelöst, die Auflösung mit Ammoniak gesättigt, das Eisen durch Hydrothionammoniak gefällt, das Schwefeleisen in Königswasser gelöst und

das Eisenoxyd durch Ammoniak niedergeschlagen worden war — aus

46,83	Eisen
53,17	Phosphor
<hr/>	
100,00	

bestand. Dieses Verhältniß stimmt zwar mit der berechneten Zusammenfetzung einer Verbindung aus einem Atome Eisen und zwei Atomen Phosphor, denn eine solche würde im Hundert bestehen aus:

46,37	Eisen
53,63	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Aber wenn das angewandte Gas eine Verbindung von einem Atome Phosphor mit drei Atomen Wasserstoff gewesen wäre, so hätte ich in diesem Falle eine Verbindung von drei Atomen Eisen mit acht Atomen Phosphor erhalten müssen; eine Verbindung, die im Hundert bestände aus:

39,34	Eisen
60,66	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Bei ferneren vielfältigen Versuchen erhielt ich so verschiedene Resultate, daß ich offenbar sah, daß das Gas verschieden zusammengesetzt seyn müsse, daß es mehr oft weniger Phosphor enthalte, als ein aus einem Atome Phosphor und drei Atomen Wasserstoff bestehendes Gas, daß es aber auch noch mehr Phosphor als ein solches enthalten könne, wie das Resultat des folgenden Versuches beweist.

Ich leitete das Gas über 0,8495 Grm. Kupferchlorür (Chlorkupfer im Minimum) und erhielt 0,9075

Grm. Phosphorkupfer; da dieses 0,5448 Grm. Kupfer enthalten mußte, so war es im Hundert zusammengesetzt aus:

60,03 Kupfer

39,97 Phosphor

100,00

Da nun das Kupferchlorür zwei Atome Chlor enthält, und die Zusammensetzung dieses Phosphorkupfers einer Verbindung von vier Atomen Phosphor und drei Atomen Kupfer entspricht, so mußte das angewandte Gas aus zwei Atomen Phosphor und drei Atomen Wasserstoff bestanden, und folglich noch ein Mal so viel Phosphor enthalten haben, als das Gas, welches beim ersten Versuche dieses Abschnittes angewandt worden war. — Ich leitete nun das Gas, welches die nach diesem Versuche übrig gebliebene Menge der phosphorigen Säure gab, über 1,490 Grm. Kupferchlorid; ich erhielt 1,057 Grm. Phosphorkupfer, das also im Hundert zusammengesetzt war aus:

66,51 Kupfer

33,49 Phosphor

100,00

und daher einer Verbindung entspricht, welche aus einem Atome Phosphor und einem Atome Kupfer besteht, da eine solche im Hundert zusammengesetzt ist aus:

66,86 Kupfer

33,14 Phosphor

100,00

Das zu dieser Zersetzung angewandte Gas mußte

das Eisenoxyd

den war —

mit

irgend

—

bestand. Die

rechneten zu

dem Atome

eine solche

Aber

von einer

Stoff ge

Verbin

Phosph

Hun

Reihefolge der Versuche, wie nach einan- der angestellt worden	Angewandtes	Erhaltenes	Bestandtheile desselben im Hundert	
	Kupferchlorid	Phosphor- kupfer	Kupfer	Phosphor
I. Versuch	0,6855 Grm.	0,4505 Grm.	71,81	28,19
II. - -	1,077	0,76	66,85	33,12
III. - -	0,5855	0,3775	73,22	26,78
IV. - -	0,7085	0,4465	74,89	25,11
V. - -	0,7805	0,495	74,42	25,58
VI. - -	0,7625	0,4935	72,93	27,07
VII. - -	0,96	0,626	72,38	27,62
VIII. - -	0,311	0,2485	59,07	40,93
IX. - -	0,319	0,2265	66,49	33,51
X. - -	0,46	0,3145	69,03	30,97
XI. - -	0,905	0,5845	73,09	26,91

Man sieht aus dieser Tabelle, wie verschieden das Phosphorwasserstoffgas zusammengesetzt seyn kann, das man durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhält. Bei diesen Versuchen, bei denen zur Entwicklung des Gases im Ganzen genommen fast die niedrigste Temperatur angewandt wurde, um die phosphorichte Säure zu zersetzen, entwickelte sich in manchen Perioden ein Gas, das nur wenig mehr Phosphor enthielt, als das durch Einwirkung des Phosphors auf Kalihydrat oder Kalkhydrat erhaltene Gas, denn ich habe im ersten Abschnitte dieser Abhandlung gezeigt, daß dieses Phosphorwasserstoffgas das Kupferchlorid in ein Phosphorkupfer verwandelt, das in 100 Theilen aus 75,16 Kupfer und 24,84 Phosphor besteht. Manchmal erzeugte sich ein Gas, das vier Atome Wasserstoff gegen einen Atom Phosphor enthielt, und nur bei einem Versuche entstand ein Gas, das mehr Phosphor enthielt, als ein aus drei Atomen

folglich aus einem Atome Phosphor und vier Atomen Wasserstoff bestanden haben.

Da es mir nun wahrscheinlich schien, daß das Gas bei den verschiedenen Perioden seiner Entwicklung aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure verschieden zusammengesetzt seyn mußte, so stellte ich folgenden Versuch an. Aus einer Quantität von wasserhaltiger phosphorichter Säure, die ich aus neun Unzen flüssigem Chlorphosphor bereitet hatte, wurde das Phosphorwasserstoffgas durch Erhitzen allmählig entwickelt, und über geringe Quantitäten von Kupferchlorid geleitet. Sobald die erste Quantität desselben vollständig in Phosphorkupfer verwandelt worden war, ließ ich die Retorte mit der phosphorichten Säure erkalten, um eine zweite Quantität von Kupferchlorid der Einwirkung des folgenden Gases zu unterwerfen. Es gelang mir auf diese Weise elf verschiedene Quantitäten von Kupferchlorid vollständig in Phosphorkupfer zu verwandeln. Als ich die zwölfte Quantität von Kupferchlorid der Einwirkung des Gases unterwarf, war zwar die phosphorichte Säure noch nicht ganz vollständig in Phosphorsäure verwandelt, aber die Retorte war durch die anhaltende Einwirkung der Phosphorsäure so angegriffen worden, daß sie während dieses Versuches Löcher bekam, und daher kein Resultat mehr erhalten werden konnte. Die Reihe dieser Versuche dauerte ununterbrochen fünf Tage. Folgende Tabelle enthält die Resultate derselben:



Reihfolge der Versuche, wie sie nach einan- der ange stellt worden	Angewandtes	Erhaltenes	Bestandtheile desselben im Hundert	
	Kupferchlorid	Phosphor- kupfer	Kupfer	Phosphor
Ister Versuch	0,6855 Grm.	0,4505 Grm.	71,81	28,19
II.	1,077	0,76	66,83	33,17
III.	0,5855	0,3775	73,22	26,78
IV.	0,7085	0,4465	74,89	25,11
V.	0,7805	0,495	74,42	25,58
VI.	0,7625	0,4935	72,93	27,07
VII.	0,96	0,626	72,38	27,62
VIII.	0,311	0,2485	59,07	40,93
IX.	0,319	0,2265	66,49	33,51
X.	0,46	0,3145	69,03	30,97
XL	0,905	0,5845	73,09	26,91

Man sieht aus dieser Tabelle, wie verschieden das Phosphorwasserstoffgas zusammengesetzt seyn kann, das man durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorich-ten Säure erhält. Bei diesen Versuchen, bei denen zur Entwicklung des Gases im Ganzen genommen fast die niedrigste Temperatur angewandt wurde, um die phosphorichte Säure zu zersetzen, entwickelte sich in manchen Perioden ein Gas, das nur wenig mehr Phosphor enthielt, als das durch Einwirkung des Phosphors auf Kalihydrat oder Kalkhydrat erhaltene Gas, denn ich habe im ersten Abschnitte dieser Abhandlung gezeigt, daß dieses Phosphorwasserstoffgas das Kupferchlorid in ein Phosphorkupfer verwandelt, das in 100 Theilen aus 75,16 Kupfer und 24,84 Phosphor besteht. Manchmal erzeugte sich ein Gas, das vier Atome Wasserstoff gegen einen Atom Phosphor enthielt, und nur bei einem Versuche entstand ein Gas, das mehr Phosphor enthielt, als ein aus drei Atomen

Wasserstoff und einem Atome Phosphor bestehendes Phosphorwasserstoffgas. Indessen geben die Versuche in dieser Tabelle keinen Beweis, daß sich nicht auch Gase erzeugt hätten, die noch mehr Phosphor enthielten, denn eine beträchtliche Menge des Gases entwich immer unzersetzt, wenn schon eine Quantität von Kupferchlorid vollständig in Phosphorkupfer verwandelt worden war, weil bis zum gänzlichen Erkalten dieses fortwährend Gas darüber geleitet wurde.

Es ist übrigens klar, daß, wenn sich aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure durch Erbitzung ein an Phosphor reicheres Gas entwickelt, viel Wasser unzersetzt entweicht, und daß das Gas um so ärmer an Phosphor seyn muß, je größer während der Entbindung die Quantität des zeretzten Wassers ist. Je weniger Phosphorsäure sich also bildet, wenn man gleiche Quantitäten von derselben wasserhaltigen phosphorichten Säure genommen hat, um so bedeutender muß die Gewichtsmenge und zugleich der Phosphorgehalt des entweichenden Gases seyn \*). Es schien mir

\*) Nehmen wir z. B., um dies anschaulicher zu machen, an, zwei Quantitäten von wasserhaltiger phosphorichter Säure beständen jede aus zehn Atomen phosphorichter Säure und zehn Atomen Wasser; bei der Zersetzung durch Erbitzung würden bei der einen Quantität alle zehn Atome Wasser zeretzt, bei der andern nur fünf Atome, und fünf Atome Wasser entweichen unzeretzt. Dann müßten bei der ersten Quantität sich acht Atome Phosphorsäure bilden, und zwei Atome Phosphor würden mit zwanzig Atomen Wasserstoff als Gas entweichen; bei der zweiten Quantität der phosphorichten Säure würden sich bei der Zersetzung nur sieben Atome Phosphorsäure bilden, und

wahrscheinlich, daß durch eine stärkere Hitze viel Wasser unzerfetzt entweiche, und sich daher ein phosphorreicherer Gas entwickle. Daß dies wirklich Statt findet, ist durch Versuche zu beweisen möglich, wenn man eine gewogene Menge von phosphorichter Säure, deren Gehalt an trockner phosphorichter Säure man kennt, in einer Retorte erhitzt und die Menge der erhaltenen Phosphorsäure, die zurückbleibt, so wie die des nicht zerfetzten Wassers, und aus dem Verluste die des entwichenen Gases bestimmt.

Bei diesen Versuchen war es indessen zuerst nothwendig, zu wissen, ob geglühete Phosphorsäure ein Hydrat sey, oder ob sie kein Wasser enthalte. Die neuesten Versuche darüber sind von Dulong \*), der die Menge des Wassers in der geglüheten Phosphorsäure zu 17,08 Procent bestimmt hat. Er fand dies auf die Weise, daß er eine gewogene Quantität geglüheter Phosphorsäure in Wasser auflöste, die Auflösung mit Ammoniak neutralisirte, und mit salpetersaurer Baryterde niederschlug, worauf die erhaltene phosphorsaure Baryterde neutralisirt wurde. Bei dieser Methode ist es indessen leicht möglich, daß man weniger phosphorsaure Baryterde erhält, als man eigentlich erhalten sollte. Die phosphorsäuren, wie die arseniksauren Salze, die im Wasser unlöslich sind, sind es nicht ganz in den Auflösungen anderer, vorzüglich ammoniakalischer Salze, wenn sie vorher nicht geglüh worden sind. Besonders ist die phosphorsaure Baryt-

es würde sich ein Gas entwickeln, das aus drei Atomen Phosphor und zehn Atomen Wasserstoff besteht.

\*) Mémoires de la société d'Arcueil. Tom. III, pag. 445.

erde in diesen so auflöslich, daß eine bedeutende Menge derselben ungelöst bleibt, wenn die Auflösung eine beträchtliche Menge von Salmiak enthält.

Wenn man sich von der Gegenwart des Wassers in der geglühten Phosphorsäure überzeugen will, so giebt der Versuch, das Wasser durch trocknes Bleioxyd auszutreiben, kein sicheres Resultat. Er kann nur in gläsernen Gefäßen Statt finden, und durch diese wird die Phosphorsäure in der Hitze sehr unreinigt. Nimmt man einen kleinen Kolben dazu mit etwas weitem Halse, um zu der geschmolzenen Säure Bleioxyd zu werfen, so hat die atmosphärische Luft zu vielen Zutritt zur Phosphorsäure, und wenn dies der Fall ist, verflüchtigt sich die Säure zum Theil und giebt, so lange sie stark erhitzt wird, ein saures Destillat im Halse des Kolbens; man kann sich indessen durch oft wiederholte Versuche davon überzeugen, daß unmittelbar nach dem Eintragen des Bleioxyds die Erzeugung eines wässrigen Destillats am bedeutendsten ist.

Die Versuche, um den Wassergehalt der reinen Phosphorsäure zu finden, haben mir, obgleich ich alle mögliche Sorgfalt anwandte, nicht hinreichend genaue Resultate gegeben. Die Ursache davon schreibe ich dem Umstande zu, daß es beinahe unmöglich ist, die Phosphorsäure genau abzuwägen, weil sie zu leicht Feuchtigkeits anzieht. Die Säure, die in Plattingefäßen durch Oxydation des Phosphors mit Salpetersäure bereitet worden war, wurde im Platintiegel erst lange gelinde erhitzt, und dann bei aufgelegtem Deckel sehr lange geglüht. Während des Glühens hört die Säure nicht auf zu kochen, und sich als ein dicker Rauch zu ver-

flüchtigen, wenn auch die Fugen des Tiegels ziemlich gut schliessen. Schmilzt man Phosphorsäure in einem offenen Platintiegel, so kann man bedeutende Quantitäten von vielen Grammen in kurzer Zeit gänzlich ohne Rückstand verflüchtigen; das ganze Zimmer erfüllt sich dann mit einem sauren Dampfe, als wenn man Schwefelsäure verdampft hat. Diese große Flüchtigkeit besitzt aber nur die reine Phosphorsäure; je unreiner sie ist, desto weniger ist sie flüchtig und an der Luft zerfließbar, und eine Säure, die so unrein ist, dass sie an der Luft nicht zerfließt, ist gar nicht flüchtig. Hat man eine reine Säure auch nur ganz kurze Zeit in einem gläsernen Gefässe geschmolzen, so wird sie emailweis, zerfließt zwar noch an der Luft, aber bei weitem langsamer, als eine im Platintiegel geschmolzene Säure, löst sich nicht vollständig im Wasser auf, und ist selbst im offenen Platintiegel nur unbedeutend flüchtig.

Die im Platintiegel geglühte Säure wurde, als sie noch nicht völlig erkaltet war, so genau gewogen, als es geschehen konnte. Ich liess sie darauf zerfließen, löste sie dann in mehr Wasser auf, und goss nach und nach die Auflösung zu einer in einem Platintiegel abgewogenen Menge von Bleioxyd, das kurz vor dem Versuche aus salpetersaurem Bleioxyde bereitet worden war. Das Ganze wurde sehr vorsichtig zur Trocknis abgedampft, geglüht und gewogen.

Die Resultate von vier Versuchen waren folgende:

	Quantität der angewand- ten Phos- phorsaure	Quantität des Bleioxyds	Gewicht der geglühten Masse	Menge des Wassers in der ange- wandten Phosphor- saure	Menge des Wassers in 100 Thlen der geglüht- en Phos- phorsaure
Versuch	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Procent
Ister	2,535	19,089	21,439	0,185	7,30
IIter	1,997	14,932	16,741	0,188	9,41
IIIter	2,004	15,878	17,692	0,190	9,48
IVter	3,2295	7,1765	10,1015	0,3045	9,43

Die drei letzten von diesen Versuchen stimmen zwar sehr gut mit einander überein; aber dennoch ist das Resultat, das sie geben, nicht sehr wahrscheinlich. Nach ihnen würde in der geglühten Phosphorsäure 90,56 Thl. trockner Säure mit 9,44 Thl. Wasser verbunden seyn. Erstere enthält 50,74 Thl. Sauerstoff, das Wasser 8,4 Thl.; die Sauerstoffmengen verhalten sich also wie 6 : 1. Bei dem ersten Versuche, von dem ich übrigens glaube, daß er mit derselben Genauigkeit angestellt ist, wie die andern, verhalten sich die Sauerstoffmengen in der Säure und im Wasser wie 51,94 : 6,5, oder beinahe wie 8 : 1. Am wahrscheinlichsten wäre es, wenn der Sauerstoff des Wassers ein Fünftel von dem der Säure wäre; dann würde ein Atom Säure mit einem Atom Wasser verbunden seyn, aber der Wassergehalt würde dann 11,19 Procent betragen, was zu sehr von den Zahlen abweicht, die ich gefunden habe, weshalb ich dies nur als bloße Vermuthung aufstelle.

Indessen, für die anzuführenden Versuche war es nothwendig, zu wissen, ob Phosphorsäure, die in einer gläsernen Retorte geschmolzen worden, denselben Wassergehalt wie die reine Säure hätte. Ich behan-

telte daher Phosphorsäure, die durch Erhitzung der phosphorichten Säure in einer gläsernen Retorte erhalten worden war, auf die angeführte Art mit Bleioxyd. Vor dem Wiegen war sie erst stark im Platinsiegel geglüht worden. 0,457 Grm. davon mit 3,273 Grm. Bleioxyd behandelt, wogen nach dem Glühen 3,708 Grm.; woraus man sieht, daß man eine solche unreine Säure für wasserfrei annehmen darf. Sie sah emailweiß aus, zerfloß zwar an der Luft, aber weit langsamer, als die reine Säure, und löste sich nicht ganz vollständig in Wasser auf.

Wenn man indessen wasserhaltige phosphorichte Säure durch Erhitzung in einer gläsernen Retorte in Phosphorsäure verwandelt, so ist es schwer, die ganze Menge von letzterer zu erhalten, da sie flüchtig ist. Sie ist indessen lange nicht so flüchtig, wie die reine Säure, und in einer kleinen gläsernen Retorte mit engem Halse ist die Flüchtigkeit der Säure nur unbedeutend. Ich habe daher auf die geringe Flüchtigkeit der Säure bei den anzuführenden Versuchen nicht Rücksicht genommen. Sie können zwar daher nicht Anspruch auf die größte Genauigkeit machen, sie sollen indessen auch nur dazu dienen, um auf einem andern Wege zu zeigen, daß der Phosphorgehalt des Gases, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, größer ist, als der Phosphorgehalt in dem Phosphorwasserstoffgase, das sich bei Berührung der Luft von selbst entzündet; und daß der Gehalt an Phosphor im ersten Gase sehr verschieden ist, je nachdem bei seiner Bereitung die wasserhaltige phosphorichte Säure langsamer oder schneller erhitzt worden ist.

Zu folgenden zwei Versuchen diente eine phosphorichte Säure von derselben Beschaffenheit.

I. 3,625 Grm. wasserhaltiger phosphorichter Säure wurden in einer kleinen gewogenen gläsernen Retorte mit engem Halse langsam erhitzt. Der Hals stand mit einer gewogenen Röhre von Chlorcalcium in Verbindung, welche bestimmt war, das unzeretzte Wasser aufzunehmen. Nachdem sich kein Gas mehr erzeugte, wurde die Retorte bis zum Glühen erhitzt, der Hals während des Glühens zugeschmolzen, und darauf die Retorte gewogen. Ich erhielt 2,596 Grm. Phosphorsäure, und 0,706 Grm. unzeretztes Wasser. Die Menge des entwichenen Phosphorwasserstoffgases betrug daher 0,523 Grm. Dies giebt folgendes Verhältniß:

8,91	entwichenes Gas
19,47	unzeretztes Wasser
71,62	Phosphorsäure
<hr/>	
100,00	

II. 1,802 Grm. von derselben wasserhaltigen phosphorichten Säure wurden auf dieselbe Weise behandelt, wie im vorigen Versuche, nur mit dem Unterschiede, daß ich sie schneller und stärker erhitzte. Ich erhielt 1,226 Grm. Phosphorsäure und 0,591 Grm. unzeretztes Wasser. Dies giebt für 100 Theile folgendes Verhältniß:

10,27	entwichenes Gas
21,69	unzeretztes Wasser
68,04	Phosphorsäure
<hr/>	
100,00	

Man ersieht aus diesen beiden Versuchen, wie verschieden die Produkte der Zersetzung der wasser-



haltigen phosphorichten Säure seyn können, je nachdem sie durch stärkere oder schwächere Hitze hervorgebracht worden sind.

Die angewandte phosphorichte Säure enthielt nach einem Versuche, der indessen nach keiner guten Methode angestellt worden war \*), 27,54 Procent Wasser. Wenn diese Angabe auch nicht vollkommen richtig ist, so kann sie auch nicht sehr von der Wahrheit entfernt seyn, wie sich sogleich ergeben wird. 72,46 Theile trockner phosphorichter Säure, die in der angewandten wasserhaltigen Säure enthalten ist, wenn diese 27,54 Procent Wasser enthält, bestehen aus 41,06 Phosphor und 31,40 Sauerstoff. Beim ersten Versuche sind 8,07 Thl. Wasser zerlegt worden (27,54 — 19,47); diese enthalten 7,18 Thl. Sauerstoff und 0,89 Wasserstoff. Die Menge des Sauerstoffs in der beim ersten Versuche erhaltenen Phosphorsäure, von der ich annehme, daß sie wasserfrei gewesen ist, mußte daher 38,58 Thl. betragen; beim Versuche erhielt ich indessen 71,62 Thl. Phosphorsäure, die 40,13 Sauerstoff enthalten, ein Beweis, daß die Quantität des Wassers in der angewandten phosphorichten Säure sich nicht sehr von der entfernt, die ich durch den Versuch gefunden. Da 38,58 Th. Sauerstoff mit 30,28 Th. Phosphor Phosphorsäure bilden, so waren im entwickelten Phosphorwasserstoffgase 10,78 Theile Phosphor (41,06 — 30,28) mit 0,89 Thl. Wasserstoff verbunden, oder das Gas bestand im Hundert aus:

92,37 Phosphor

7,63 Wasserstoff

100,00

\*) Diese Versuche sind fast alle schon vor einigen Jahren angestellt worden.

Beim zweiten Versuche, bei welchem ich das Phosphorwasserstoffgas durch etwas stärkeres Erhitzen der wasserhaltigen phosphorichten Säure entwickelt hatte, und wobei von 100 Theilen angewandter Säure nur 5,85 Thl. Wasser zerfetzt wurden, war das Gas weit reicher an Phosphor. 5,85 Thl. Wasser enthalten 5,20 Thl. Sauerstoff und 0,65 Thl. Wasserstoff. Da die phosphorichte Säure 31,40 Sauerstoff enthält, so mußte der Sauerstoff der erzeugten Phosphorsäure 36,60 Thl. betragen. Die beim Versuche erhaltenen 68,04 Thl. Phosphorsäure enthalten, wenn wir sie als eine nicht wasserhaltige betrachten, 38,12 Thl. Sauerstoff; ein Unterschied, der dem im ersten Versuche gleichkommt. Da 36,60 Th. Sauerstoff mit 28,72 Th. Phosphor Phosphorsäure bilden, so bestand das entwickelte Phosphorwasserstoffgas aus 0,65 Thl. Wasserstoff und 12,54 Thl. Phosphor, oder im Hundert aus:

95,00	Phosphor
5,00	Wasserstoff
<hr/>	
100,00.	

Man sieht, daß, obgleich die Resultate dieser Versuche nicht genau, und nur als sich der Wahrheit sehr entfernt annähernd betrachtet werden müssen, da der Wassergehalt der angewandten phosphorichten Säure nicht genau bestimmt ist, sie doch das beweisen, was durch sie bewiesen werden sollte \*).

Bei diesen Versuchen war eine phosphorichte Säure angewandt worden, die so wenig Wasser ent-

\*) Da größere Quantitäten der phosphorichten Säure weit langsamer erhitzt werden können, als kleinere, so gaben fast alle pag. 199 angeführte Versuche ein phosphorärmeres Gas.

hielt, daß sie nicht krySTALLISIRTE. Die phosphorichte Säure nämlich, die man durch Zersetzung des flüssigen Chlorphosphors mit Wasser erhält, krySTALLISIRT nicht, sondern bildet nur einen dicken Syrup, wenn sie, durch Abdampfen sehr concentrirt, die geringste Menge Wasser enthält. Vermischt man diese mit etwas Wasser, oder hat man die Säure weniger stark abgedampft, so erhält man sie krySTALLISIRT.

Ich habe noch andere Quantitäten wasserhaltiger phosphorichter Säure durch Erhitzung zerlegt, und die Produkte der Zersetzung quantitativ bestimmt, um durch das Verhältniß der Menge der entstandenen Phosphorsäure zur Menge des entwichenen Phosphorwasserstoffgases zu zeigen, wie verschieden die Quantitäten des zeretzten Wassers bei den verschiedenen Versuchen waren, und wie ungleich daher das entwiclene Phosphorwasserstoffgas zusammengesetzt gewesen seyn muß. Die Resultate dieser Versuche sind folgende:

I. 10,855 Grm. krySTALLISIRTER phosphorichter Säure gaben 7,246 Grm. Phosphorsäure und 2,369 Grm. unzeretztes Wasser. Die Menge des entwichenen Gases war daher 1,040 Grm.

II. 4,217 Grm. zum Theil krySTALLISIRTER phosphorichter Säure gaben 2,742 Grm. Phosphorsäure und 1,147 Grm. Wasser. Die Menge des erzeugten Gases war daher 0,528 Grm.

III. 2,518 Grm. wasserhaltiger phosphorichter Säure gaben 1,634 Grm. Phosphorsäure und 0,693 Grm. Wasser. Die Menge des erzeugten Gases war daher 0,191 Grm.

IV. 2,518 Grm. von der Säure, die beim 3ten

Verfuche angewandt worden, gaben 1,571 Grm. Phosphorsäure, 0,684 Grm. Wasser und daher 0,263 Grm. Gas.

V. 4,105 Grm. einer andern Quantität gaben 2,579 Grm. Phosphorsäure, 1,151 Grm. Wasser und daher 0,575 Grm. Gas.

Die Gewichtsmengen des Phosphorwasserstoffgases zu der der Phosphorsäure verhalten sich daher in diesen Versuchen folgendermaßen:

im ersten Versuche wie 1 : 6,97

im zweiten - - - 1 : 8,36

im dritten - - - 1 : 8,55

im vierten - - - 1 : 5,97

im fünften - - - 1 : 6,88

Ich habe einige Versuche angestellt, um zu sehen, ob das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas sich wohl durch Aufnahme von mehr Phosphor in ein flüchtiges selbst entzündliches Gas verwandeln lässt. Ich leitete Phosphorwasserstoffgas, aus Kalkhydrat und Phosphor bereitet, über Phosphor, der in Dampf verwandelt wurde, während das Gas darüber strich. Es entzündete sich indessen, als es unter Wasser geleitet wurde, eben so, als wenn es keine Phosphordämpfe enthielte. Ein gleich negatives Resultat erhielt ich, als ich in einer kleinen Retorte, deren Hals in eine lange feine Spitze ausgezogen war, unterphosphorichtsauren Kalk mit Phosphor zusammen erhitzte und glühte. Aus dem unterphosphorichtsauren Kalke, wenn er in einer kleinen Retorte allein geglüht wird, entwickelt sich selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas; dasselbe geschah auch, als ich das Salz zusammen mit Phosphor erhitzte.

Durch die in dieser Abhandlung bis jetzt angeführten Versuche wird, wie ich glaube, die Meinung hinlänglich widerlegt, daß das Phosphorwasserstoffgas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, weniger Phosphor enthalte, als das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas; es darf daher nicht, wie es bisher geschehen, mit dem Gase verwechselt werden, das durch Zersetzung des selbstentzündlichen Gases entsteht, wenn dieses Phosphor verliert. Es ergiebt sich indessen auch aus diesen Versuchen, daß das Gas aus der phosphorichten Säure ein Gas von keiner bestimmten Zusammensetzung, sondern nur ein Gemenge sey. Ich werde nicht hier, sondern erst später zeigen, wie man sich die Zusammensetzung dieses Gases vorzustellen hat. Ich will daher erst auch bei einer andern Gelegenheit die Versuche anführen, die ich über die Dichtigkeit dieses Gases, so wie auch über die des selbstentzündlichen Gases angestellt habe. Sie haben mir Resultate gegeben, die man nicht erwarten konnte.

*Anhang.* Ehe ich den Wassergehalt der geglühten Phosphorsäure auf die Weise untersucht hatte, wie ich es in dieser Abhandlung angegeben habe, suchte ich denselben auf eine andere weniger umständliche Weise zu bestimmen. Nachdem die geglühte Phosphorsäure im Platintiegel abgewogen worden, und an der Luft zerflossen war, wurde die Auflösung mit der Auflösung einer gewogenen großen Quantität von Chlorbarium vermischt. Das Ganze wurde in einem Plattingefäße abgedampft, dann entweder so stark geglüht, daß der Inhalt geschmolzen war, oder in einem Platintiegel der stärksten Hitze ausgesetzt, die eine

**Spirituelampe** mit doppeltem Luftzuge hervorbringen kann, während Stückchen von kohlensaurem Ammoniak auf die glühende Masse geworfen wurden, um sicher zu seyn, daß die durch die Phosphorsäure ausgetriebene Chlorwasserstoffsäure vollständig entwichen war. Die geglühte Masse wurde darauf mit Wasser behandelt, und die Menge des unzeretzten Chlorbariums durch Schwefelsäure oder durch salpetersaures Silberoxyd bestimmt. Dadurch war die Menge des Baryts im erhaltenen phosphorsauren Baryt, und somit auch die Menge der Phosphorsäure desselben bestimmt.

Ich hielt im Anfange diese Methode für genauer, als die, die Menge des Wassers in der Phosphorsäure durch eine gewogene Menge von Bleioxyd zu bestimmen. Ich hatte mich ihrer auch schon bei mehreren Untersuchungen bedient, als ich fand, daß der auf diese Weise erhaltene phosphorsanre Baryt, wenn er so lange mit Wasser ausgeküstet worden war, daß das Ausküstungswasser die salpetersaure Silberoxydauflösung nicht mehr trübte, immer noch eine nicht unbedeutliche Menge von Chlorbarium enthielt, das sich durch Wasser nicht trennen liefs. Es mußten daher hierbei Verbindungen entstanden seyn von ähnlicher Art, wie sie Wöhler schon früher beschrieben und noch neulich bei den phosphorsauren Bleierzen gefunden hat \*), aus einem Sauerstoffsalze und einem Haloidsalze bestehend. Da mir das Daseyn solcher Verbindungen interessant seyn mußte, so habe ich mehrere Versuche darüber angestellt, habe indessen nachher gefunden, daß sich auf die beschriebene Weise

\*) Pogendorff's Annalen Bd. I. pag. 231 und Bd. IV. pag. 161.

keine Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen erzeugen lassen, denn die Resultate der Analysen dieser phosphorsauren Verbindungen von verschiedenen Bereitungen waren sehr verschieden. Sie sind kürzlich folgende:

I. 2,380 Grm. der phosphorsauren Verbindung auf die Weise erhalten, daß das Chlorbarium mit der Phosphorsäure zuletzt in einer Atmosphäre von kohlenfaurem Ammoniak geglüht wurde, gaben in Chlorwasserstoffsäure gelöst und die Auflösung mit Schwefelsäure zerlegt 2,408 Grm. schwefelsauren Baryt; 1,679 Grm. in Salpetersäure gelöst gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt 0,209 Grm. Chlorfilber. Die Zusammensetzung der Verbindung im Hundert war also:

9,03	Chlorbarium
59,74	Baryt
31,23	Phosphorsäure
<hr/>	
100,00.	

II. 2,329 Grm. auf dieselbe Weise bereitet, gaben mit Schwefelsäure 2,533 Grm. schwefelf. Baryt; 3,832 Grm. von derselben Menge gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 0,515 Grm. und 1,932 Grm. 0,261 Grm. Chlorfilber. Hiernach ist die Zusammensetzung im Hundert:

9,75	Chlorbarium
64,16	Baryt
26,09	Phosphorsäure
<hr/>	
100,00.	

III. 1,727 Grm. der phosphorsauren Verbindung auf die Weise bereitet, daß das Chlorbarium mit der Phosphorsäure ohne Zusatz von kohlenfaurem Ammoniak so stark geglüht wurde, daß das Ganze zusammenschmolz, gaben mit Schwefelsäure 1,770 Grm. schwefelsauren Baryt; 4,311 Grm. von derselben Menge gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 0,824 Grm. Chlorfilber. Die Zusammensetzung war also:

13,84	Chlorbarium
57,07	Baryt
29,09	Phosphorsäure
<hr/>	
100,00.	

IV. 1,445 Grm. der Verbindung auf die Weise, wie die im dritten Versuche angewandte Menge berei-

101, gaben 1,631 Grm. schwefelsauren Baryt; 1,937 Grm. von derselben Menge gaben 0,281 Grm. Chlor Silber. Nach diesen Bestimmungen war die Zusammensetzung im Hundert:

10,51	Chlorbarium
66,40	Baryt
23,09	Phosphorsäure
100,00	

102 V. 2,211 Grm. gegläute reine Phosphorsäure mit 10,478 Grm. gegläutem Chlorbarium auf die Weise behandelt, wie es in dem 1ten und 2ten Versuche geschehen war, gaben 5,882 Grm. der phosphorsauren Verbindung; die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt, gab 5,941 Grm. schwefelsauren Baryt. Nehmen wir nun in der gegläutten Phosphorsäure nach den oben beschriebenen Versuchen einen Wassergehalt von 9,44 Procent an, so bestand die phosphorsaure Verbindung aus:

4,10	Chlorbarium
61,36	Baryt
34,04	Phosphorsäure
100,00	

103 VI. 1,925 Grm. gegläute Phosphorsäure auf dieselbe Weise mit 6,550 Grm. gegläutem Chlorbarium behandelt, gaben 4,818 der phosphorsauren Verbindung; die abfiltrirte Flüssigkeit gab 2,736 Grm. schwefelsauren Baryt mit Schwefelsäure versetzt. Erstere bestand daher aus:

3,68	Chlorbarium
60,14	Baryt
36,18	Phosphorsäure
100,00	

Man sieht aus diesen Versuchen, daß diese Verbindung aus Chlorbarium und phosphorsaurem Baryt nach sehr verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt seyn kann, je nachdem vielleicht die Erhitzung längere oder kürzere Zeit gedauert hat. Das Chlorbarium ist in derselben mit Gemengen von theils neutralem, theils basischem u. saurem phosphorsaurem Baryt verbunden \*).

(Fortsetzung folgt.)

\*) Ich habe die Resultate dieser Untersuchungen deshalb so ausführlich angeführt, weil ich in der Folge bei einer andern Gelegenheit noch auf dieselben wieder berufen muß.



## VII.

Ueber die Krystallisation des Kupfervitriols, nebst  
allgemeinen Betrachtungen über das ein- und ein-  
gliedrige oder tetartoprismatische System;

von

A. F. KUPFFER, Professor zu Kasan.

(Bechluss.)

Die Rechtwinkligkeit der Axen, wenn sie wirklich in der Natur überall Statt findet, wäre nicht nur ein sehr merkwürdiger Umstand, der die Aufmerksamkeit der Mineralogen in hohem Grade verdiente; sondern sie machte auch die Rechnung ungleich einfacher, die im Gegentheil ziemlich verwickelt wird. Bei Rechtwinkligkeit der Axen nämlich stehen die Tangenten der Neigungswinkel aller Flächen, die in derselben Zone liegen (d. h. deren Durchschnittslinien einander parallel sind), gegen eine Ebene, die man sich durch zwei Axen gelegt denken kann, in rationalen und einfachen Verhältnissen zu einander. Wir wollen diese Eigenschaft *Tautometrie* nennen, und ohne uns in eine weitläufige Analyse einzulassen, nur im Allgemeinen zeigen, in wiefern Tautometrie auch Rechtwinkligkeit der Axen voraussetzt.

Es seyen  $DC$ ,  $AC$  Fig. 6. Taf. I \*) zwei Axen eines Krystalles, die sich unter einem beliebigen Winkel  $\lambda$  schneiden;  $DB$ ,  $AD$  seyen zwei Endkanten, so

\*) Im vorigen Hefte befindlich.

dafs also, dem Gesetze aller Kryftallbildung zufolge,  $AB, AC$  in einem einfachen rationalen Verhältnifs stehen. Wir wollen dieses Verhältnifs mit  $n$  bezeichnen, so dafs  $n \cdot BC = AC$ . Es feyen ferner  $ADC = \gamma$ ,  $BDC = \beta$ ,  $BC = b$ ,  $AC = c$ ,  $DC = a$ .

Nach einer der drei Grundformeln der ebenen Trigonometrie ist:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{b \sin \lambda}{a - b \cos \lambda}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{c \sin \lambda}{a - c \cos \lambda}$$

Bestimmt man  $a$  aus der zweiten Gleichung, setzt seinen Werth in die erste Gleichung, und substituirt zugleich  $nb$  für  $c$ , so hat man:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{n + (n-1) \cot \lambda \operatorname{tg} \gamma}$$

oder

$$\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta} = n + (n-1) \cot \lambda \operatorname{tg} \gamma \quad (I)$$

Man sieht aus dieser Gleichung, dafs das Verhältnifs  $\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta}$  einfach wird (oder dafs die Neigungen der Endkanten gegen die Axe tautometrifch werden) wenn  $\cot \lambda = 0$ , oder  $\lambda = 90^\circ$ , oder wenn auch nur  $\cot \lambda \cdot \operatorname{tg} \gamma$  oder  $\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \lambda}$  eine einfache Gröfse ist \*). Und hieraus folgt wieder, dafs es nicht gerade nothwendig ist,

\*) Hierin liegt auch der Beweis des oben angeführten Kennzeichens der tautometrifchen Bildungen im zwei- und ein-gliedrigen Systeme; denn  $\lambda$  ist das Complement von  $\alpha$  (Abweichung) zu  $90^\circ$ ; die Producte der Tangenten oder Cotangenten der Neigung der Endkante gegen die Axe und der Abweichung müssen also einfache Gröfsen feyn.

die Axen rechtwinklig anzunehmen, um Tautometrie in den Neigungen der Endkanten zu haben; daß im Gegentheil schiefe Axen zuweilen einfachere Verhältnisse hervorbringen können, als rechtwinklige — obgleich es gewiß ist, daß wo Tautometrie ist, auch rechtwinklige Axen möglich sind: denn wenn die Tangenten der Neigungen der Endkanten gegen die Axe in einem einfachen Verhältnisse stehen, so wird eine Linie, die rechtwinklig mit der Axe ist, und die von den Endkanten geschnitten wird, in einfachen Verhältnissen von denselben geschnitten; diese Linie kann also als Axe dienen.

Bis jetzt ist nur vom zwei- und ein-gliedrigen Systeme die Rede gewesen, bei welchem immer zwei Axen einen rechten Winkel mit einander machen, nämlich die horizontalen Axen, oder die Diagonalen der Basis der schiefen Octaëder. Beim ein- und eingliedrigen Systeme ist auch die Basis der Säule schief, oder rhomboëdisch, und die Bildungen verlieren alle Symmetrie. Hier ist es also noch schwerer, rechtwinklige Axen aufzufinden, und es ist doppelte Vorsicht nöthig, wenn man entscheiden will, ob solche möglich sind.

Um einen Beitrag zu einer künftigen tieferen Bearbeitung dieses Gegenstandes zu liefern, habe ich die Winkel des Kupfervitriols gemessen. Die schönen Krystalle, die dieses Salz giebt, spiegeln auf ihren Flächen Gegenstände, die nicht gar zu weit entfernt sind, ziemlich deutlich ab, und sind deshalb zu Messungen mit dem Reflexionsgoniometer ziemlich geeignet. Meine Gegenstände waren zwei kleine schwarze Scheiben von Pappe, deren eine ich auf die Glas-

scheibe eines Fensters, die andere senkrecht darunter auf die Wand geklebt hatte; das Instrument stand an der dem Fenster gegenüberliegenden Wand meines Zimmers, in einer Entfernung von etwa 10 Schritten von den Gegenständen; in größerer Entfernung war die Coïncidenz der beiden Bilder nicht gut zu beobachten. Ich maß ohne Fernrohr, nach der einfachen Methode der Coïncidenz des von der Fläche abgspiegelten ersten und des direct gefallenen zweiten Gegenstandes. Ich stellte das Instrument, vermöge der drei Schrauben, die an seinem Fuß angebracht sind, so lange, bis ein kleines schwarzes Glas mit parallelen Oberflächen, das ich auf das Gestelle des Goniometers, an die Stelle des Krysfalls, geklebt hatte, die Bilder der beiden Gegenstände auf beiden Oberflächen nacheinander zur Coïncidenz brachte.

So fand ich folgende Winkel (siehe Fig. 7. Taf. I):

- 1) Neigung von  $M$  zu  $T = 123^{\circ} 10'$
- 2) Neigung von  $r$  zu  $M = 126 \quad 40$
- 3) Neigung von  $r$  zu  $T = 110 \quad 10$
- 4) Neigung von  $r$  zu  $n = 100 \quad 41$
- 5) Neigung von  $r$  zu  $P = 103 \quad 27$
- 6) Neigung von  $n$  zu  $P = 120 \quad 50\frac{1}{2}$  (berechnet)
- 7) Neigung von  $P$  zu  $T = 127 \quad 40$
- 8) Neigung von  $i$  zu  $r = 139 \quad 13\frac{1}{2}$
- 9) Neigung von  $k$  zu  $n = 109 \quad 38\frac{1}{2}$
- 10) Neigung von  $k$  zu  $r = 114 \quad 57$
- 11) Neigung von  $s$  zu  $n = 92 \quad 26\frac{1}{2}$
- 12) Neigung von  $s$  zu  $r = 139 \quad 43$

Von diesen Flächen liegen

$r, M, n, T$

$r, i, P$

$r, n, k, s$

in derselben Zone;

Die meisten dieser Winkel sind an mehreren Krystallen gemessen worden, und es wurden unter mehreren diejenigen Resultate gewählt, die am besten unter einander übereinstimmten, besonders wenn sie sehr (um mehr als 5 bis 6°) von einander abwichen, so daß nicht zu erwarten war, daß ihr Mittel der Wahrheit sehr nahe kommen würde.

Um nun den Gang, den die Rechnung nehmen muß, zu bezeichnen, denke man sich erst eine horizontale Ebene durch die Säule gelegt, die die Flächen  $M$ ,  $n$ ,  $T$  rechtwinklig schneidet. Die Flächen  $M$ ,  $T$  werden auf dieser Ebene ein Rhomboïd abschneiden, welches Fig. 8 Taf. I. besonders abgebildet ist, und in welchem  $\beta$  dem Complement der Neigung von  $T$  zu  $r$ ,  $\gamma$  dem Complement der Neigung von  $M$  zu  $r$ , und  $\lambda$  dem Complement der Neigung von  $r$  zu  $n$  zu  $180^\circ$  gleich ist. Nennt man nun die größere Diagonale des Rhomboïds  $b$ , und die kleinere  $a$ , so ist offenbar:

$$b = \frac{a \sin \beta}{\sin (\lambda + \beta)}$$

$$b = \frac{a \sin \gamma}{\sin (\lambda - \gamma)}$$

oder

$$\frac{\sin \beta}{\sin (\lambda + \beta)} = \frac{\sin \gamma}{\sin (\lambda - \gamma)}$$

woraus man leicht folgende Formel findet:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{2 \sin \beta \sin \gamma}{\sin (\beta - \gamma)} \quad (II)$$

welche dazu dient,  $\lambda$  aus  $\beta$  und  $\gamma$  zu finden.

Jetzt wollen wir uns vorstellen,  $P$  sey die Fläche eines schiefen Octaëders mit rhomboïdischer Basis (so kann man das ganz unregelmäßige Octaëder nennen,

welches dem ein- und eingliedrigen Systeme als allgemeine Grundform dienen kann); alsdann sind  $n$  und  $r$  offenbar Flächen, die die Ecken an der Basis des Octaëders so abstumpfen; daß sie zugleich mit den Diagonalen der Basis und mit der Axe parallel sind. Man denke sich nun diese Flächen  $T, n, r$  (dasjenige  $r$ , welches bei  $T$  liegt, und dem auf der Figur bezeichneten  $r$  parallel geht) hinlänglich verlängert, bis sie sich in einem Punkte schneiden; die Ecke, die dadurch gebildet wird, enthält alsdann die Winkel, die uns am meisten zu wissen nöthig sind. Es sey nämlich Fig. 9 Taf. I. das sphärische Dreieck, welches diese Ecke vorstellt \*), so sind seine drei Winkel  $A, B, C$  die respectiven Neigungen der Flächen  $T, r, n$ ; nämlich  $A$  die Neigung von  $P$  zu  $n$ ,  $B$  die Neigung von  $P$  zu  $r$ , und  $C$  die Neigung von  $r$  zu  $n$ ; und seine drei Seiten  $a, b, c$  sind die ebenen Winkel, die zwischen den Durchschnittslinien der Flächen  $P, r, n$  enthalten sind;  $a$  ist nämlich der ebene Winkel zwischen den Kanten  $\frac{P}{r}$  und  $\frac{r}{n}$ ;  $b$  der Winkel zwischen den Kanten  $\frac{r}{n}$  und  $\frac{T}{n}$ ; und  $c$  der Winkel zwischen den Kanten  $\frac{P}{n}$  und  $\frac{P}{r}$ . Nun ist aber, wenn man die Neigung der

\*) Wenn man den Durchschnittspunkt mehrerer Ebenen in den Mittelpunkt einer Kugel legt, so wird von diesen Ebenen auf der Oberfläche der Kugel ein sphärisches Vieleck abgeschnitten, dessen Winkel den Neigungswinkeln der Ebenen, dessen Seiten den ebenen Winkeln zwischen ihren Durchschnittslinien gleich sind; so daß also zwischen den Winkeln und Seiten eines sphärischen Vielecks derselbe Zusammenhang Statt findet, als zwischen den Neigungs- und ebenen Winkeln, die in einer Ecke zusammenkommen.

vordern Endkante des Octaëders gegen die Axe mit  $r$ , und die Neigung der benachbarten Endkante rechts zur Seite (welche aus dem Durchschnitt zweier Octaëder-Flächen  $P, P$ , einer vordern und einer benachbarten hintern entsteht) gegen die Axe mit  $r'$  bezeichnet, offenbar  $r = 180^\circ - a$  und  $r' = 180^\circ - b$ . Es gilt also nur, aus  $A, B, C$ , die uns durch Messung bekannt sind,  $a$  und  $b$  zu finden, um  $r$  und  $r'$  zu wissen. Nach einer bekannten Formel aus der sphärischen Trigonometrie hängen aber diese Gröfsen so zusammen;

$$\cos \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2} (A+B-C) \cos \frac{1}{2} (A-B+C)}{\sin B \cdot \sin C}} = \sin \frac{1}{2} r$$

und eben so

$$\cos \frac{1}{2} b = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2} (B+A-C) \cos \frac{1}{2} (B+C-A)}{\sin A \cdot \sin C}} = \sin \frac{1}{2} r'$$

Setzt man in diese Formeln, nach den obigen Messungen,  $A = 120^\circ 50' \frac{1}{2}$ ,  $B = 103^\circ 27'$  und  $C = 79^\circ 19'$ , so findet man:

$$r = 54^\circ 26' \frac{3}{4}$$

$$r' = 67^\circ 8' \frac{1}{2}$$

Eben so kann man mit den Flächen  $k, r, n$  verfahren; man kann sich die Fläche  $k$  auch als die Fläche eines neuen schiefen Octaëders mit rhomboëdischer Basis denken, und, wie oben, die Neigungen der Endkanten dieses Octaëders gegen die Axe berechnen. Die Flächen  $k, n, r$  (dasjenige  $r$ , welches dem auf der Figur so bezeichneten parallel geht) bilden wieder eine Ecke, oder ein sphärisches Dreieck, dessen Winkel  $A, B, C$  die Neigungen von  $k$  zu  $n$ , von  $k$  zu  $r$  und von  $n$  zu  $r$ , und dessen Seiten  $a, b$  die Complementary der Neigungswinkel der Endkanten des Octaëders gegen die Axe zu  $180^\circ$  sind, und welches vermöge der

obigen Formeln ebenfalls aufgelöst werden kann. Wir haben hier nämlich  $A = 109^\circ 58'$ ,  $B = 114^\circ 57'$ ,  $C = 100^\circ 41'$ , und finden

$$\varphi = 73^\circ 11'$$

$$\varphi' = 67^\circ 28'$$

indem wir mit  $\varphi$  die Neigung der hintern Endkante gegen die Axe bezeichnen.

Verfährt man eben so mit den Flächen  $s$ ,  $r$ ,  $n$ , das heisst, setzt man in die obigen Formeln  $A = 92^\circ 26'$ ,  $B = 139^\circ 43'$ ,  $C = 79^\circ 19'$ , so findet man

$$\varphi = 73^\circ 10\frac{1}{2}'$$

$$\varphi' = 38^\circ 16\frac{1}{2}'$$

indem man mit  $\varphi'$  die Neigung derjenigen Endkante, die aus dem Durchschnitt der Flächen  $r$  und  $s$  (dasjenige  $s$ , welches dem auf der Figur bezeichneten parallel geht) entsteht, bezeichnet.

Endlich kann man noch  $\varphi'$  aus den Neigungen der Flächen  $r$ ,  $i$ ,  $n$  berechnen. In dem sphärischem Dreiecke nämlich, welches die Flächen  $r$ ,  $i$ ,  $n$  bilden, sind uns die Neigungen von  $r$  zu  $i$ , von  $r$  zu  $n$  aus den Messungen, der ebene Winkel aber, der zwischen den Kanten  $\frac{r}{i}$ ,  $\frac{r}{n}$  liegt, aus der Rechnung bekannt: dieser letztere ist nämlich das Complement der Neigung  $r$  der vordern Endkante gegen die Axe zu  $180^\circ$ . Wir haben also zwei Winkel und die eingeschlossene Seite,  $B = 139^\circ 13'$ ,  $C = 100^\circ 41'$ , und  $a = 125^\circ 53\frac{1}{4}'$ ; woraus es leicht ist, die dem Winkel  $B$  gegenüberliegende Seite  $b$  zu berechnen, nach der Formel:

$$\cot b = \frac{\cot a \cdot \sin(\varphi + C)}{\sin \varphi}$$

$$\text{worin } \operatorname{tg} \varphi = \cos a \operatorname{tg} B.$$



$\phi$  ist aber offenbar das Complement der Neigung der zwischen  $s$  und  $i$  liegenden Endkante gegen die Axe zu  $180^\circ$ , oder  $180^\circ - \phi'$ . Man findet

$$\phi = 38^\circ 16'.$$

Diese Resultate stimmen so gut mit einander überein, daß ich weit entfernt bin, diese Uebereinstimmung bloß der Genauigkeit meiner Messungen zuzuschreiben, die in diesem Falle wirklich nicht sehr genau ausfallen konnten, wegen der Undeutlichkeit der Bilder, welche die Kry stallflächen reflectirten. Die Messungen wichen, bei demselben Winkel, an verschiedenen Kry stallen, zuweilen um  $10'$  und mehr von einander ab, so daß ich wohl einfah, daß selbst das Mittel aus vielen Beobachtungen kein sehr genaues Resultat geben konnte; ich schlug deshalb einen andern Weg ein, um genaue Resultate aus meinen Beobachtungen ziehen zu können; ich wählte unter vielen Beobachtungen diejenigen aus, die, bei einer vorläufigen Rechnung, am besten untereinander stimmten, und verwarf die übrigen ganz. Da ich aber bei denjenigen Beobachtungen stehen blieb, die mir zuerst diese Uebereinstimmung zeigten, so ist es wohl möglich, daß noch andere von den obigen etwas abweichende Beobachtungen eben so gut mit einander übereinstimmen, und daß ein künftiger Beobachter einige von den obigen Winkeln um  $10'$  oder  $15'$  größer oder kleiner findet, ohne einen Fehler begangen zu haben. Besonders bin ich mit den Messungen der Winkel No. 10 und No. 11 nicht zufrieden; ich habe die Flächen  $s$  und  $k$  nur an einem Kry stalle spiegelnd genug gefunden, um ihre Neigungen zu messen.

Im vierten, die Seiten  $p'$  und  $r$  und der eingeschlossene Winkel  $100^\circ 41'$ .

Es gilt also, aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel jedes Dreiecks die beiden andern Winkel zu finden. Dazu kann uns die Formel:

$$\cot B = - \frac{\cot A \cos (\varphi + c)}{\cos \varphi}$$

worin  $\cot \varphi = \operatorname{tg} b \cdot \cos A$

dienen, indem wir unter  $b$  und  $c$  die Seiten des Dreiecks, und unter  $A$  den eingeschlossenen Winkel verstehen, unter  $B$  aber den Winkel, der der Seite  $b$  gegenüber liegt — so wie sich überhaupt alle die bisher angegebenen Formeln aus der sphärischen Trigonometrie auf die Fig. 9. Taf. I. beziehen.

Man findet auf diese Weise

Neigung von  $P$  gegen eine Ebene, die durch  $a, c$  geht:  $76^\circ 33'$

Neigung von  $P$  gegen eine Ebene, die durch  $b, c$  geht:  $59^\circ 9\frac{1}{2}'$

Neigung von  $k$  gegen eine Ebene, die durch  $a, c$  geht:  $65^\circ 3'$

Neigung von  $k$  gegen eine Ebene, die durch  $b, c$  geht:  $70^\circ 22'$

Neigung von  $s$  gegen eine Ebene, die durch  $a, c$  geht:  $40^\circ 17'$

Neigung von  $s$  gegen eine Ebene, die durch  $b, c$  geht:  $87^\circ 34'$

Neigung von  $i$  gegen eine Ebene, die durch  $a, c$  geht:  $40^\circ 47'$

Neigung von  $i$  gegen eine Ebene, die durch  $b, c$  geht:  $59^\circ 5\frac{1}{2}'$

Von diesen Winkeln kennen wir die sieben ersten schon aus der Beobachtung: es sind nämlich die Complementary der Neigungen der Flächen  $P, k, s, i$  gegen  $\kappa$  und  $n$  zu  $180^\circ$ .

Eben so kann man die Neigungen der Flächen  $P, k, s, i$  gegen eine Ebene, die man durch die Axen  $a, b$  legt, finden. Man berechnet erst die Neigung der Ebene, die man sich durch  $a, b$  gelegt denkt, mit einer Ebene, die durch  $a, c$  geht (aus den drei Winkeln,

die die Axen untereinander machen); man findet sie gleich  $65^{\circ} 19'$ ; dann berechnet man die Winkel, die die Kanten an der Basis des schiefen Octaëders mit den horizontalen Axen machen, aus den Längen dieser Axen, und ihrem Winkel, welches eine Aufgabe aus der ebenen Trigonometrie ist: man findet so

Die Länge der Axe $a$ , die der Axe $c = 1$ gesetzt	2,008 (2)
Die Länge der Axe $b$ , die der Axe $c = 1$ gesetzt	1,2854 (4)
Die Neigung der vordern Basiskante gegen $b$	$61^{\circ} 1\frac{1}{2}'$
Die Neigung derselben Basiskante gegen $a$	$34 3\frac{1}{2}'$
Die Neigung der hintern Basiskante gegen $b$	$53 48\frac{1}{2}'$
Die Neigung derselben Basiskante gegen $a$	$31 6\frac{1}{2}'$
Die Neigung der andern vordern Basiskante gegen $b$	$53 48\frac{1}{2}'$
Die Neigung derselben Basiskante gegen $a$	$31 6\frac{1}{2}'$
Die Neigung der andern hintern Basiskante gegen $b$	$61 1\frac{1}{2}'$
Die Neigung derselben Basiskante gegen $a$	$34 3\frac{1}{2}'$

Und hieraus

Neigung von $P$ gegen eine Ebene, die durch $a, b$ geht	$44^{\circ} 43'$
Neigung von $s$ gegen eine Ebene, die durch $a, b$ geht	$33^{\circ} 23'$
Neigung von $i$ gegen eine Ebene, die durch $a, b$ geht	$30^{\circ} 49'$
Neigung von $k$ gegen eine Ebene, die durch $a, b$ geht	$56^{\circ} 46'$

Eben so leicht findet man:

Neigung der Säulenfläche (einer Fläche, die durch eine Basiskante, der verticalen Axe parallel, geht) gegen eine durch $a, c$ gelegte Ebene	$33^{\circ} 39\frac{1}{2}'$
Neigung der benachbarten Säulenfläche gegen dieselbe Ebene	$23^{\circ} 3\frac{1}{2}'$

Diese Werthe sind indessen zu klein, denn sie geben die Neigung von  $M$  zu  $r$  und von  $T$  zu  $r$   $127^{\circ} 0'$  und  $110^{\circ} 27'$ , da diese beiden Winkel doch nach den Messungen  $126^{\circ} 40'$  und  $110^{\circ} 10'$  sind.

Die Neigung von  $u$  gegen die Ebene, die durch

$a$ ,  $c$  geht, ist gleich  $44^{\circ} 37'$ ; und gegen die Ebene, die durch  $b$ ,  $c$  geht,  $70^{\circ} 38'$ .

Die Berechnung der Neigungen der secundären Flächen ist leicht, wenn man nur weiß, in welche Zone sie fallen. Um z. B. die Neigung von  $u$  gegen eine Ebene zu finden, die durch  $a$ ,  $c$  geht, denkt man sich erst eine Linie, die durch den Mittelpunkt des Octaëders geht, und senkrecht auf der Kante zwischen  $s$  und  $k$  steht. Diese Linie macht mit der Axe  $b$  einen Winkel  $\lambda$ , der aus der Formel (II) zu berechnen ist, in welcher  $\beta$  und  $\gamma$  die Neigungen der Flächen  $s$ ,  $k$  gegen die Ebene, die durch  $a$ ,  $c$  geht, bedeuten. Den Werth dieses Winkels  $\lambda$  nebst demjenigen der Neigung  $\gamma$  von  $k$  gegen dieselbe Ebene in der Formel (I) gesetzt, giebt den Werth von  $\beta$ , oder die Neigung von  $u$  gegen dieselbe Ebene, wobei man  $n = \frac{1}{2}$  setzen muß.

Wenn man alle diese Winkel noch einmal überfieht, so findet man, daß die Tangenten der Neigungen der verschiedenen Flächen gegen durch die Axen gelegte Ebenen keineswegs in einfachen Verhältnissen zu einander stehen, daß also diese Flächen schwerlich auf rechtwinklige Axen zu beziehen sind. Wir haben also im Kupfervitriol das Beispiel einer Formenreihe, in welcher die Tautometrie mit der Symmetrie zugleich verschwunden ist. Das Studium mehrerer Formen dieser Art wird uns belehren, ob sich überhaupt Tautometrie ohne Symmetrie nicht findet: ob, wo die Axen zwei schiefe Winkel mit einander machen, der dritte immer auch schief ist: oder ob diese Eigenschaften bloß einigen Substanzen zukommen. Besonders willkommen wäre in dieser Hinsicht die Be-

arbeitung des Axinits, dem Haüy ein gerades Prisma mit rhomboidischer Basis (oder ein schiefes Octaëder mit rhombischer Basis) zur Grundform giebt.

*Nachschrift an den Hrn. Herausgeber.*

Da die vorstehende Abhandlung des Hrn. Prof. Kupfer durch meine Hand an Sie, mein hochgeehrtester Freund, gelangt, so glaube ich es nicht mit Still-schweigen übergehen zu können, daß, so lehrreich und des Verf. würdig sie auch ist, mich doch einige Stellen in der Einleitung befremdet haben, und mir eine Gegenbemerkung nöthig zu machen scheinen. „Alle krytallographischen Theorien, sagt der Verf., drehen sich um zwei Hauptpunkte, um die Wahl der Grundform, und um die Ableitung der secundären Flächen aus denselben.“ Den ersten Theil dieses Satzes kann ich nicht zugeben; ich glaube vielmehr schon in dem Bande der Schriften der hiesigen Akad. d. Wiss. für 1816 und 17, S. 236—240 gezeigt zu haben, daß die Wahl einer Grundform etwas sehr willkürliches und precäres ist, wie sie sich denn gerade in diesem Lichte in allen neuern Bearbeitungen zeigt; dagegen sie in meiner Methode, die Hr. Prof. K. so gut kennt, jederzeit in ein Verhältniß von Linearrichtungen unter sich aufgelöst werden muß, um, mit Weglassung der Fiktionen, die Natur reiner und hypothesenfreier darzustellen.

„Dabei darf das Grundgesetz aller krytallinischen Bildung, fährt Hr. K. fort, nicht aus den Augen gelassen werden, daß nämlich die secundären Flächen

die Seitenlinien der Grundform in rationalen Verhältnissen schneiden. Dieser Grundsatz ist zuerst von Haüy an der Natur selbst erwiesen worden — —. Haüy ist auch der einzige gewesen, der eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung gegeben hat — —. Alle spätern krytallographischen Theorien — — sind nur Ansichten, die diesen von Haüy erwiesenen Grundsatz schon stillschweigend in sich fassen, und keineswegs dazu dienen sollen, ihn von Neuem zu beweisen, sondern ihn durch neue Beobachtungen zu bestätigen.“

Hier ist manches zu erinnern. Der Grundsatz, von welchem die Rede ist, daß irgend gegebene krytallographische Linien eines Systems von jeder abgeleiteteren Fläche desselben in rationellen Verhältnissen getheilt werden, war bei Haüy, in so weit er von ihm ausgesprochen worden, lediglich *Annahme*, oder die unmittelbare Folge seiner atomistischen Hypothese von den Decrescenzen, identisch mit dieser selbst. Einen *Beweis* desselben könnte man aus Haüy nur durch eine *petitio principii* finden. *Nachweisen* in der Natur, daß es so sey, d. i. es glaublich machen durch einige unter den einfacheren gewählte Beispiele, wo die Hypothese sehr gut mit dem, was sich beobachten läßt, übereinstimmt, und dem etwanigen Gegner überlassen, die Vermuthung, daß es überall so sey, zu entkräften, dies ist wohl noch weit entfernt, die Hypothese zum erwiesenen Grundsatz zu machen. Wenn aber wirklich ein *Beweis* dieses wichtigen Grundsatzes gegeben worden ist, so ist es durch die *Zonenlehre* geschehen, diese Fundamentallehre für die ganze speciellere Krytallographie.

Ich kann daher diesen Aeußerungen des Hrn. Prof. K. nur in sofern beitreten, als sie sich auf die Mohs'sche Darstellung zu beziehen scheinen; denn in den *Reihen* des Hrn. Mohs etwa einen Beweis unseres Grundsatzes zu suchen, wäre die nämliche *petitio principii*. Diese Reihen haben in sich keine Bürgschaft; so weit ihnen aber Wahrheit zukommt, erhalten sie dieselbe durch das Gesetz der *Zonen*, und sind in diesem schon enthalten.

*W e i s s.*

## VIII.

*Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath-  
Grammit's und Beschreibung des Oligoklases, einer  
neuen Spezies desselben;*

von

AUGUST BREITHAUPF.

(Beschluss.)

7. Orthoklas.

Das Auszeichnende dieser Spezies liegt besonders in der geringen Neigung zwischen *P* und *M*. Ich würde die Differenz um 6 Minuten von  $90^\circ$  selbst für Null genommen haben, hätte ich bei perimetrischen Messungen nicht stets zwei stumpfe und zwei spitze Winkel in der bestimmtesten Lage zu der Spaltungsfläche *T* gehabt, so daß der Orthoklas immer links geneigt erscheint. Ich hätte die Differenz als Mittel der besseren Beobachtungen — zu ganz guten fehlte es mir an tauglichen Stücken — um einige Minuten grösser nehmen können; nahm aber damals das Mittel aller. Herr Prof. Naumann mochte sich aus der physikalischen Beschaffenheit der sechs gewöhnlichen Seitenflächen des Orthoklases *MTL* überzeugt haben, daß sie dreierlei Werth und Neigung hätten, hielt aber die von mir gefundene Differenz vom rechten Winkel bei der Neigung von *P* auf *M* für Fehler der Beobachtung, und so kam es, daß derselbe in seinem Grundrisse der Krys tallographie ein *siebentes* Mineral-System annahm. In der That auf die bloße Möglichkeit der Existenz

eines solchen Systemes hin dasselbe gleich als ein wirkliches zu betrachten und es als in der Natur vorliegend auszugeben, auch allenfalls dafür zwei Namen zu machen, dieß alles läuft der ruhigen Naturforschung gänzlich zuwider. Eine durch Beobachtung gefundene Differenz vom rechten Winkel läßt sich in einem Falle, wie der vorliegende, nicht durch hypothetische Ansichten weglängnen, sondern nur wieder durch Messungen, denen man den Vorzug vor jenen zu geben, besondere Gründe haben muß. Uebrigens fände bei Annahme jenes Systems wirklich keine schiefe rhombische Basis mehr Statt, sondern eine schiefe rhomboidische, — und das eine neue Abnormität.

Auch beim Orthoklas finden sich Spuren der Spaltungsrichtung nach  $o$ , die keinem Gliede der links-geneigten Feldspathen ganz fehlt, und vielleicht manchmal mit jener nach  $T$  verwechselt worden seyn mag. — Nur sehr selten sieht man auch Spuren nach  $x$ , namentlich in den großen Zwillingen mit geneigter Hauptaxe vom St. Gotthard.

In der folgenden Uebersicht von Gewichtsbestimmungen habe ich nur einen kleinen Theil durch Messungen als Orthoklas erkannt. Ich habe mich nur überzeugen können, es nicht mit einer andern bereits bestimmten Spezies zu thun zu haben. Es wäre daher möglich, daß der Orthoklas noch irgend eine neue Spezies enthielt.

#### A. Mehr oder weniger aufgelöste Orthoklase.

- 1,455 Ganz aufgelöst, im Wasser sich noch mehr auflackernder, von Aue bei Schneeberg.
- 2,362 Etwas aufgelöset, von Bobritzsch bei Freiberg.
- 2,366 desgl., daher.



- 2,375 desgl., von Raspenau bei Friedland in Böhmen.
- 2,384 desgl., ein fleischrother Drilling, von Paveno.
- 2,415 desgl., röthlichweißer Zwillings, daher.

**B. Nicht vollkommen frische Orthoklase.**

- 2,488 Milchweißes Bruchstück eines Zwillings, daher.
- 2,498 Fleischrother, ins Isabellgelbe fallender, einfacher Krytall, aus der Auvergne.

**C. Frische Orthoklase, welche auch auf dem dichten Bruche Glanz besitzen.**

- 2,514 Berggrüner, von Bodenmais in Baiern.
- 2,523 Blafs fleischrother großblättriger, von Bobersbau bei Marienberg.
- 2,539 Graulichweißer, aus dem Freiburger Gneise.
- 2,542 Gelblichgrauer mit fleischrothen Flecken, von Johann-Georgenstadt.
- 2,5472 Dunkel fleischrother deutlich und großblättrig, angeblich von Utö.
- 2,5479 Graulichweißer, aus einer granitischen Ausscheidung, von der Baiermühle bei Siebenlehn.
- 2,551 Gelblichweißer klarer (Adular), vom St. Gotthard, gemessen.
- 2,554 Schön fleischrother, von Johann - Georgenstadt, andere Fundstätte.
- 2,555 Dunkel gelblichweißer bis isabellgelber, von der Dorotheen-Aue bei Karlsbad, etwas Farbe wandelnd.
- 2,557 Die 16te Abänderung, anderes Stück.
- 2,560 Die 12te Abänderung, schöner und klar.
- 2,562 Grüner aus Sibirien, eine Seite polirt.
- 2,562 Graulichweißer in zugerundeten Krytallen, welche in Kalkspath gelegen mit Säure gereinigt, angeblich von Arendal, gemessen.
- 2,565 Blaulichgrauer, von Neustadt bei Stolpen.
- 2,570 Gelblichgrauer blumigblättriger, von Breitenbrunn bei Johann - Georgenstadt, undentlich blättrig, von geringem Glanze.

- 2,573 Dunkel fleischrother aus dem norwegischen Zirkon-Sienit, etwas Farbe wandelnd.  
 2,582 Gelblichweißer schön klarer (Adular), von Duckweiler in der Eifel in Rhein-Preussen, gemessen.

Man kann diesen Erfahrungen zufolge die Grenzen des specifischen Gewichts beim Orthoklas = 2,51 bis 2,58 annehmen; allerdings viel bedeutender als bei den übrigen Feldspathen. Allein bedenkt man, daß der Orthoklas viel leichter der Zerstörung unterworfen ist, als die übrigen Spezies des Geschlechts, daß er in so ungewöhnlicher Frequenz vorkommt und sich auch unter sehr verschiedenen Umständen und Begleitern gebildet hat; so ist eigentlich im Vergleiche mit anderen ähnlichen Mineralien, z. B. im Vergleiche mit Skapolith, seine Gewichts-Differenz immer noch eine kleine.

Der in Klingsteinen und Obsidianen inneliegende Feldspath dürfte dem Orthoklas zuzuzählen seyn. Ich habe ihn zwar nicht gewogen; allein der Winkel  $\frac{P}{M}$  entspricht nach einigen ziemlich genauen Messungen dem der genannten Spezies.

Bemerkenswerth ist das Ergebniß der von Herrn Dr. Struve \*) unternommenen Zergliederung (des so bekannten Zwilling-Orthoglasen von Elbogen in Böhmen. Es besteht derselbe aus: Kiefeleerde 67,61, Thonerde 19,65, Kali 9,60, Natron 1,55, (beide mit kleinen Antheilen Schwefel- und Salzsäure) Eisenoxyd 1,13, Wasser 0,46.

\*) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen, Heft 2. S. 20 und dies. Ann. Bd. 83, S. 330.

*Nachtrag.* Vor wenig Tagen erhielt ich einen *Orthoklas*, welcher bei paralleler Hauptaxe der Individuen nach den Flächen *M*, d. i. nach den lateral-brachydiagonalen Flächen, also ähnlich dem Periklin, Tetartin etc., zusammengesetzt ist. Diese Abänderung ist derb, frisch und von schön spangrüner Farbe, ja zum Theil noch schöner, als der sogenannte Amazonenstein aus Sibirien, diesem aber höchst ähnlich. Aus der genauen Untersuchung derselben ließen sich zwei wichtige Resultate ziehen, welche meine früheren Angaben bestätigen und berichtigen. Sie sind folgende:

1) Dadurch, daß die Individuen in zwei Lagen der schiefbasischen Flächen *PP* spiegeln, ist zunächst und unzweifelhaft erwiesen, daß *P* und *M* eines Individuums oder die schiefe Basis und die brachydiagonale Seitenfläche nicht rechtwinklig, sondern schiefwinklig aufeinander stehen. Der *Orthoklas* muß mithin in die tetartoödrische Abtheilung des Rhomben-Systems gerechnet werden, als wohin alle andere Feldspath-Spezien gehören.

2) Dadurch, daß ich den Winkel, welchen *P* und *P* in der regelmässigen Zusammensetzung machen, auf einerlei Flächen von vollkommener Spiegelung messen konnte, ward mir ein *scharfes Resultat* möglich. Ich erhielt in einer Reihe von Beobachtungen  $90^{\circ} 14'$  und  $89^{\circ} 46'$ , nur zweimal  $90^{\circ} 16'$  und  $89^{\circ} 44'$ , habe aber Ursache, den ersten Winkeln den Vorzug zu geben. Man vergleiche hierbei die frühere Bemerkung über die Minuten dieser Abweichung vom rechten Winkel.

Der hinreichend scharfen Beobachtung stand näm-

lich an den früherhin bekannten Varietäten das Unvollkommene der Spiegelung auf  $M$  entgegen. Der nämliche Fall tritt auch bei den übrigen Spezies ein. Man wird deshalb allemal am sichersten verfahren, diesen wichtigsten Winkel der Feldspath (von  $P$  auf  $M$ ), wo es nur möglich, an Zwillingen zu messen.

Das gebrochene Blättrige, was durch die erwähnte regelmäßige Zusammensetzung der Individuen, welche meist papierähnlich dünn sind, ist besser zu erkennen, wenn man die Linien der Zusammensetzung an dem zu beobachtenden Stücke von sich nach dem Licht zu richtet, als wenn man jene Linien von der Rechten zur Linken gelegt nimmt.

2,546 war das specifische Gewicht dieses grünen Orthoklases.

Er ist von der Westküste Grönlands, wo ihn Mitglieder der evangelischen Brüdergemeine auffanden und nach Herrnhut sendeten. Von da erhielt ich ihn durch die Güte des Herrn Doctor Thalacker. Es ist mir sehr erwünscht, bei dieser Gelegenheit es rühmen zu können, wie viele Verdienste sich die in Grönland wohnenden Herrnhut'schen Kolonisten um das Einsammeln merkwürdiger Mineralien erworben haben, und dann, wie gern und vielfach mich in Untersuchung derselben Herr Dr. Thalacker unterstützt hat.

---

Die obige Varietät zeigt noch eine andere Merkwürdigkeit. Ich hatte sie Abends am Kerzenlichte betrachtet und fand, daß außer der doppelten Spiegelung der Flächen  $PP$  unter einem Winkel von  $179^{\circ} 32'$  auch eine Spiegelung unter dem Winkel von ungefähr  $173^{\circ}$  Statt finde, diese aber nur in einzelnen

Flämmchen oder Schüppchen, welche das Ansehen von beim Spalten losgezogenen Blättchen hatten. Ich weiß mir dieses Phänomen nicht anders zu erklären, als daß höchst zarte Schüppchen von Tetartin fein zertheilt darin mit vorkommen, und zwar unter sich regelmäßig zusammengesetzt und mit den Individuen des Orthoklases in den Hauptaxen parallel. Das sonderbare Verhalten war in grünlichweißen, übrigens weniger frischen und schon etwas zerrissen blättrigen Stellen, welche neben dem schönen grünen mit ansetzen, merklicher. Deshalb vermüthete ich hier ein höheres specifisches Gewicht; allein im Gegentheil wog ein grünlichweißes Stück nur 2,517. Dessen ungeachtet kann ich dieses Ergebniss bei der Zerrissenheit des blättrigen Bruchs und bei dem Mangel vollkommener Frischheit der gewogenen Abänderung noch nicht für widerlegend ansehen. Daß aber jene Schüppchen Tetartin seyn möchten, entnehme ich daraus, weil von diesem Feldspathe hie und da eine kleine Partie sichtlich eingemengt erscheint.

Da auch bei dem sibirischen grünen Orthoklas etwas Tetartin mit vorkommt und der grüne grönländische jenem höchst nahe steht; so suchte ich an dieser satfam bekannten Abänderung nach der regelmäßigen Zusammensetzung. Und sie findet auch wirklich hier Statt. Allein oft entzieht sie sich dem unbewaffneten Auge, theils wegen der äußersten Zartheit der sie constituirenden Individuen, theils wegen der Gröfse des Winkels, den die schief-basischen Flächen mit einander machen, welches der größte in der Krysallogometrie noch vorgekommene seyn möchte.

## g. Oligoklas.

Oben bei Gelegenheit des Tetartins habe ich dieser neuen Spezies schon Erwähnung gethan. Herr Doctor Bondi brachte dieses Mineral aus Norwegen mit; aber ich muß sogleich bemerken, daß zu Arendal auch Orthoklas vorkommt und nach Herrn Dr. G. Rose auch Tetartin; doch kenne ich nicht diese Abänderung und mause mir deshalb darüber kein Urtheil an. Der Oligoklas hat folgende Merkmale:

Perlmutterglanz auf der Hauptsplattungsfläche nach der schiefen Basis, Glasglanz auf den übrigen Splattungsflächen, Fettglanz auf den muschligen und unebenen Bruchflächen, welche die unvollkommne Spaltung unterbrechen.

Farbe: weiß bis ins Graue geneigt.

Primärform: Schiefes Rhomboiden-Prisma, nach Dimensionen unvollkommen bekannt, mit linksseitiger Neigung.  $P$  auf  $M = 95^{\circ} 45'$  und  $86^{\circ} 15'$ ,  $P$  auf  $T = 150^{\circ} 50'$  geneigt. Spaltbar, sehr vollkommen basisch ( $P$ ), deutlich lateral und zwar brachydiagonal ( $M$ ), undeutlich nach der ersten Seitenfläche ( $T$ ), nach der ersten pyramidalen ( $o$ ) und nach der andern Seitenfläche ( $l$ ).

Die letzteren drei Richtungen stets durch dichten Bruch unterbrochen, im directen Sonnenlichte oder des Abends am Kerzenlichte wohl zu erkennen.

Härte: 8 bis 8,25.

Specifisches Gewicht:

2,642 Graulichweißser bis lichtgrauer, grobkörnig zusammengesetzt, von Hohe-Tanne unterhalb Freiberg, wo er mit Fibrolit im Gneise vorkommt.

2,650 Graulichweißser, von Arendal, ein großes Stück.

2,654 dasselbe, nachdem es in der Richtung einiger Klüfte zerkleint war.

2,661 Ganz klarer desgl., daher, frei von Klüften.

In die Charakteristik würden also 2,64 bis 2,66 als Gränzen aufzunehmen seyn. Und man sieht, daß sich der Oligoklas schon durchs Gewicht von dem Tetartin unterscheiden läßt. Er ist mir nur in derben Massen bekannt, großblättrig und schön von Arendal, wo er mit grünem Epidot zusammen vorkommt, weniger ausgezeichnet von Hohe-Tanne. In dem Schriftgranit von Neustadt bei Stolpen fand ich früherhin einen Feldspath, der 2,660 wog, ich kann aber nicht bestimmt sagen, daß es die nämliche Spezies sey. Für den ersten Blick hat der Oligoklas namentlich durch den Fettglanz im dichten Bruch Aehnlichkeit mit Skapolith und soll auch dafür ausgegeben worden seyn. — Da die neue Spezies weniger deutlich spaltet, als der Tetartin, überhaupt weniger vielfach und deutlich, als alle Feldspathe mit linker Neigung, so habe ich ihn Oligoklas genannt. Er steht in Beziehung der Spaltbarkeit keiner Spezies so nah als dem Orthoklas.

#### 9. L a b r a d o r.

Von dem Labrador will ich nur eine kleine Reihe Gewichtsbestimmungen mittheilen, und bemerken, daß ich bis jetzt in Basalten nur diese Spezies des Feldspaths gefunden habe, aus Böhmen, aus Rhein-Baiern, aus der Auvergne etc. Aber wahrscheinlich ist noch eine neue Spezies in dem, was wir jetzt Labrador nennen, versteckt; denn da Herr Dr. G. Rose genaue Messungen zu machen versteht, ich aber mit Herrn Prof. Hessel den stumpfen Winkel *PM* größer,

als jener angiebt, gefunden, so muß man darüber von Neuem arbeiten.

- 2,688 Dunkelgrau mit rother Farbenwandlung von Labrador, möglich geschliffen.
- 2,6903 Grünlichweißer (Falsit Klaproth's), Gemengtheil des Sienit's, von Siebenlehn unterhalb Freiberg.
- 2,6908 Graubrauner mit schön blauer Farbenwandlung von Labrador, möglich geschliffen.
- 2,708 Pflaumenblauer aus der Gegend unterhalb Siebenlehn.
- 2,711 Weißer von der Sienitkuppe bei Halsbrücke unweit Freiberg.
- 2,714 Rother von dem Sienit des Plauenschen Grundes bei Dresden.
- 2,715 Grauer aus dem Gabbro von Prado in Toscana.
- 2,716 Desgl. aus dem Gabbro von Harzburg am Harz.
- 2,721 Grünlichweißer, Bournon's Indianit, von Karnatik.
- 2,689 Ueberaus schöner und frischer, blaue Farbe wandelnder, in höchst reinen Spaltungsgealten, von Labrador.
- 2,718 Der weiße feinkörnige, von Siebenlehn, Klaproth's Falsit.
- 2,719 Nelkenbrauner, porphyrartig in Grünstein Gegend, von Neustadt bei Stolpen.

Dafs der rothe splittrige *Leelit* Clarke's von Gryphytia in Westmanland ein Feldspath sey, läßt sich zur Zeit nicht erweisen. Sein Gewicht fand ich zu 2,676, wonach er zwischen Oligoklas und Labrador mitten inne steht.

Also wären hiernach die Gränzen der Spezies 2,68 bis 2,72.

Folgende Uebersicht zeigt, dafs man in den meisten Fällen durch das Gewicht noch die einzelnen Spezies unterscheiden könne, und wo die Gewichte übereinstimmen, kommen leicht aufzufindende andere Abweichungen zu staten; so dafs es ungeachtet der Men-



ge Feldspathe nicht schwer fällt, die einzelnen Spezien richtig zu bestimmen.

1) Petalit	2,42 bis 2,45	
3) Periklin	2,53 - 2,56	
4) Tetartin	2,60 - 2,62	eigentlich nur 2,61 bis 2,62
2) Orthoklas	2,51 - 2,58	
5) Oligoklas	2,64 - 2,66	
6) Labrador	2,68 - 2,72	
7) Anorthit	2,76 nach der Rose'schen reinen Wägung	

2,42 bis 2,66  
der links  
geneigten

2,68 bis 2,76  
der rechts  
geneigten.

Meinen Erfahrungen zufolge haben also nur Orthoklas und Periklin einerlei Gewicht, und beide lassen sich so bequem nach dem Verhalten der Fläche *T* in Bezug auf Spaltung unterscheiden.

#### 10. Ueber die Mischung einiger Feldspathe.

Beim *Periklin* war mir die grössere Blättrigkeit aufgefallen, obwohl er, chemisch betrachtet, eine Combination aus Orthoklas und Tetartin zu seyn scheint, so ist er doch deutlicher und eigentlich mehrfach blättrig, als jene beiden, zugleich im Gewichte weniger schwer, als die Hälfte der Varietäten des Orthoklases, da man hätte vermuthen sollen, daß er schwerer seyn müsse als Orthoklas, wenn er bloß aus den angeführten Bestandtheilen bestände. — Nun hat sich mir schon längst die merkwürdige Erscheinung aufgedrungen, daß alle Flußsäure-haltigen Mineralien sehr deutlich blättrig sind. Nicht nur Flußspath, Topas, Amblygonit, Kryolith, welche sämmtlich reich an Flußsäure sind, sondern auch Albin und Ichthyophthalin, Glimmer, Amphibolit etc., welche wenig davon enthalten, sind auf das deutlichste blättrig. Hängt dieser Umstand in gewissen Fällen von einer Beimischung Flußsäure

wirklich ab (so wie in anderen Fällen das Aehnliche vom Wasser bewirkt wird), so läßt sich auch hieraus mitunter auf die unbekannte Zusammensetzung gewisser Mineralien schließen. Eine Folgerung der Art ist mir schon glücklich gelungen. Amblygonit und Skapolith als Glieder eines Geschlechts zeigten mir nämlich in ihrer Mischung gar nichts Gemeinschaftliches außer dem Thonerdegehalte. Ich vermuthete aber im Skapolith etwas Flußsäure, und obwohl die Quantität derselben mir unbekannt geblieben, so jagte ich doch etwas davon aus jenem Minerale aus, auf die Weise, wie Hr. Prof. Berzelius das Verfahren angiebt.

Sollte nicht auch im Periklin etwas Flußsäure enthalten seyn? Es wäre freilich auch immer wieder möglich, daß, wenn sich diese Frage bejahen ließe, die dem Periklin am nächsten stehenden Spezies, als Petalit und Tetartin, wieder etwas Aehnliches enthielten; allein verschiedene Quantitäten an Flußsäure lassen sich ja auch wohl bei Periklin und Tetartin denken.

Was die noch unerforschte Mischung des Oligoklases betrifft, so halte ich dafür, daß er als ein links geneigter Feldspath ein Alkali Trisilikat mit 3 Antheilen Thonerde-Trisilikat enthalten könne, und da die eigentlichen Alkalien schon für einen solchen Fall erschöpft sind, so wäre es, namentlich da der Bondit dem Skapolith so ähnlich sieht, wohl möglich, daß jener ein Kalkerde- oder Talkerde-, oder ein Natron- und Kalkerde- oder Talkerde-Trisilikat enthalte.

Freiberg im Julius 1826.

---

## IX.

*Beiträge zur mineralogischen Optik;*

vom

Prof. MARX in Braunschweig.

I. Untersuchung eines *einaxigen Glimmers* aus Nordamerika.

Diesen Glimmer fand ich in der Sammlung des kaiserlich russischen Ministers von Struve zu Hamburg, welcher erleuchtete Kenner der Naturwissenschaften die mineralogischen Schätze nicht nur unseres, sondern auch anderer Welttheile in besonderer Schönheit zusammenzubringen verstand. Als Fundort der isolirten, beinahe einen halben Fuß langen, 5—5 Zoll breiten und 1—2 Zoll hohen Krystalle war Monroe in New-York angegeben. Ohne Zweifel ist es derselbe, von welchem in Robinson's Catalogue of American Minerals, Boston 1825. 8. p. 139 gesagt wird, daß man daselbst außer Sahliten, Ceylaniten, Bruciten und grünem Angitfels auch antreffe: a vein of green mica, about 1 foot in breadth and several feet in depth, mostly in 6 sided tables, sometimes in large triangular pyramids.

Da ich von dem freundlichen Besitzer der bemerkten Sammlung mit hinreichenden Exemplaren versehen wurde, so entschloß ich mich zu einer Untersuchung dieses ausgezeichneten Minerals, und die gewonnenen Resultate scheinen mir der öffentlichen Mittheilung nicht unwerth zu seyn.

Die Form der Krystalle ist die von geschobenen vierseitigen Säulen. Die ebenen Winkel der Basis haben  $60^{\circ}$  und  $120^{\circ}$ , die Neigung der vier auf der Grundfläche schief aufstehenden Seitenflächen konnte ich mit keinem Goniometer auch nur einigermaßen annähernd finden, da dieselben mit einer rauhen Hülle von Eisenoxyd beinahe ganz überzogen sind. Zuweilen zeigten sich schiefe Abstumpfungen der scharfen Ecken, aber wegen ihres unebenen, treppenförmigen Ansteigens eben so wenig bestimmbar. Ausser der gewöhnlichen leichten Spaltbarkeit parrallel der Basis erscheinen noch ziemlich deutliche Durchgänge (Zusammensetzungs- oder Ablösungsflächen) der längern Seite gleichlaufend, und wieder welche beinahe in der Richtung der kleinen Diagonale der Säule. Zwischen denselben bemerkt man gleichfalls dünne Schichten rothen Oxyds.

Die Farbe ist ein grauliches Grün, das sich in das Schwarze verliert. Auf der Haupt-Spaltungs-Ebene verbindet sich damit ein starker Spiegelglanz. Die sehr leicht ablösbaren und überaus dünnen Blättchen sind klar und durchsichtig und sehr elastisch-biegsam, aber schon bei der Dicke eines starken Velin-Papiers verschwindet die Durchsichtigkeit fast gänzlich. Der Strich ist weiss; die Härte hält die Mitte zwischen der des Gypses und der des Kalkspaths. Das specifische Gewicht betrug bei  $16\frac{1}{2}^{\circ}$  R., als ein Mittel mehrerer Versuche, 2,88.

Da die optischen Eigenschaften des Glimmers seit den Untersuchungen von Biot ein grosses Interesse gewonnen haben, so suchte ich sie auch an dem gegenwärtigen zu erforschen. Ich hatte bisher alle Glim-

mer-Arten, deren ich habhaft werden konnte, darauf geprüft, und in allen zwei Axen der doppelten Brechung, mit geringen Unterschieden ihrer Axenwinkel angetroffen, und fing schon an mißtrauisch in die Angabe des sonst so genauen französischen Naturforschers zu werden \*), bis es mir gelang, Kryrstalle von dem seltenen durchsichtigen grünlichweißen vesuvianischen Glimmer zu erhalten und darin zu meiner Befriedigung wirklich Eine Axe zu erkennen \*\*). Um so mehr war ich überrascht und erfreut, eine gleiche in dem ausgezeichneten Glimmer, welcher der Gegenstand unserer Betrachtung ist, zu finden. Einzelne Blättchen desselben senkrecht in einen polarisirten Lichtstrahl gebracht, stellten während ihrer Umdrehung das verschwundene ungewöhnliche Bild des Doppelpath-Prismas nicht wieder her; wurden sie aber gegen denselben geneigt, so erschien dasselbe, und zwar bei abwechselnder Neigung nach beiden Sei-

\*) Auch Brewster'n erging es zuerst so, s. Gilbert's Ann. d. Ph. 1821. Heft 2. S. 163.

\*\*) Eine gleiche erkannte ich auch in dem dunkelschwarzen, nur in den dünnsten Blättchen durchsichtigen Glimmer vom Vesuv, den ich, wie den vorigen, gleichfalls der Güte des Hrn. von Struve verdanke. Die Kryrstalle, die ich aus den Höhlungen der vulkanischen Auswürflinge herausbrach, hatten außerdem noch den seltenen Vorzug, rein ausgebildet und auf allen Flächen spiegelhell und glänzend zu seyn, weshalb ihre Winkel mit dem Reflexions-Goniometer gemessen werden konnten. Sie hatten die Gestalt von, etwa eine Linie dicken und einen halben Zoll im Durchmesser haltenden, sechsseitigen Tafeln, deren Säulenwinkel genau  $160^{\circ}$  ( $120^{\circ}$ ? P.) hielten. Auf jede Seitenfläche (M) waren, oben und unten, zwei schiefe Flächen (P) aufgesetzt, so daß diese Flächen für sich allein eine regelmäßige doppelsechseckige Pyramide bilden würden. Der Winkel von P zu M betrug  $81^{\circ} 45'$ . Sicherlich gehören diese Kryrstalle zum rhomboëdrischen (monotrimetrischen) Systeme, während über den äußern krystallographischen Charakter der zweiaxigen noch kein entscheidendes Urtheil gefällt werden kann.

ten hin mit symmetrischer Farben-Folge. Zwischen zwei Türmalin-Platten gebracht, erzeugten sie sogleich concentrische Farbenringe, welche von einem schwarzen Kreuze durchschnitten waren \*). Alles dieses beweist genugsam das Vorhandenseyn nur Einer optischen Axe, und die klaren Blätter der großen Krystalle möchten hinreichen, die meisten Physiker mit Stoff zur Wiederholung dieser anziehenden und belehrenden Versuche zu versehen.

Zur Ermittlung des chemischen Gehaltes dieses Glimmers stellte ich folgende Versuche an. Eine genaue quantitative Analyse hat mir die Zeit bis jetzt nicht erlaubt.

Vor dem Löthrohre verloren dünne Stückchen bald ihren Glanz und ihre Durchsichtigkeit; ein Streifen Lackmus-Papier damit in einer Glas-Röhre erhitzt, ward geröthet und hiermit die Gegenwart der *Flusssäure* dargethan \*\*).

Für sich selbst waren die Blättchen ganz unschmelzbar; nur an den dünnsten Rändern war ein Zusammenfließen wahrzunehmen. Durch dieses Verhalten läßt sich auf die Abwesenheit von Lithion schließen \*\*\*). Mit Borax hingegen schmolzen sie

\*) Auffallend und fast unerklärlich war es mir jedoch, daß dieses Kreuz nur dann rein und vollständig erschien, wenn die kleine Diagonale des Blättchens einen Winkel von  $45^\circ$  mit der Ebene der ursprünglichen Polarisation machte. Außerdem krümmten sich die vier Linien des Kreuzes zu zwei hyperbolischen Linien.

\*\*) Vergl. die Abhandlung von Hrn. Rose über den Glimmer, in Schweiggers Journ. f. Chem. u. Phys. 1820. St. 3. S. 293.

\*\*) Vergl. Turner in Poggend. Ann. d. Phys. 1826. H. 4. S. 484. Auch die überwiegende Menge von Eisen scheint schon dafür zu sprechen, s. C. G. Gmelin ebendaf. 1825. St. 1. S. 52.

leicht zu einem grünen Glaſe zuſammen. Auch größere Stücke löſen ſich darin bald auf, und die allenfalls darin noch ungelöſten Glimmer-Flitterchen verleihen dem Glaſe ein ſehr ſchönes Schillern, wie es etwa im Katzenauge geſehen wird. Die Gegenwart von *Eiſen*, worauf auch alle übrigen Verhältniſſe hindeuten, iſt hierdurch genügend erwieſen. Mit Natron auf dem Platinblech erhielt ich keine entſcheidende Andeutung von *Mangan*. Mit Phosphorſalz bildete ſich während des Erhitzens eine klare grüne Perle, worin ein Skelett von *Kieſelerde* ſchwamm. Beim Erkalten ward ſie weiß und opaliſirend.

Um mich indeſſen genauer von der Gegenwart der darin befindlichen Stoffe zu unterrichten, ſchmolz ich eine Quantität mit kohlenſaurem Natron im Platintiegel, ſchied auf die bekannte Weiſe erſt die *Kieſelerde* davon, hierauf das *Eiſenoxyd*, dann von dieſem eine geringe Menge *Thonerde*, und zuletzt eine beträchtliche Menge *Talkerde* nebst einer geringen von *Mangan*. Ein anderer Antheil mit ſalpeterſaurem Baryt geglüht, gab nach Abſcheidung der erdigen und metalliſchen Stoffe, ſo wie nach Verjagung der Ammoniakſalze einen häufigen Niederſchlag mit Platinfolution, wodurch das Vorhandenſeyn von *Kali* in dieſem Glimmer dargethan iſt \*).

\*) Als Nachtrag zu dem obigen Aufſatze mögen hier auf Wunſch des Hrn. Verfaſſers noch folgende briefliche Bemerkungen eine Stelle finden: Sie beziehen ſich auf ein von mir an den Hrn. Verf. gerichtetes Schreiben, worin ich unter andern geäußert hatte, es ſey mir ſchon anderweitig bekannt, daß die dunklen grünen Glimmer einaxig ſeyen, und daß man die einaxigen nur unter dieſen zu ſuchen habe. „Dieſe Bemerkung, erwiderte Hr. Prof. Marx, hat ſich mir im Allgemeinen auch dargeboten, als ich kürzlich in Göttingen nach dem Wunſche des Hrn. H. r. Hausmann, ſowohl deſſen eigene, an ſkandinaviſchen

II. Ueber eine neue optische Eigenschaft des *Dichroits*.

Dieses Mineral (sein systematischer Name bei Mohs ist prismatischer Quarz) war bisher schon

Glimmern reiche, als auch die mit sibirischen und grönländischen wohlversehene Universitätsammlung in optischer Hinsicht untersuchte. Die dunkelgrünen und schwarzen waren alle einaxig, jedoch fanden sich mehrere ziemlich stark grüngefärbte, welche zweiaxig waren; dahingegen ein ziemlich heller, röthlichbrauner, sich als einaxig erwies. Von diesem letztern, der aus Sibirien ist, lege ich Ihnen hier eine Probe bei. Wahrscheinlich wird auch hier die chemische Untersuchung (die ich nächstens vornehmen werde) einen bedeutenden Magnesia-Gehalt nachweisen. Die Abhandlung von Hrn. H. Rose, die Sie mir anzeigten, war mir wirklich entgangen und ich habe auch in diesem Augenblicke nicht Gelegenheit, sie nachzusehen. Seitdem habe ich indessen die Abhandlung Biot's im *Bullet. de la Soc. Philomat.* 1818. p. 109 (ein Auszug aus einem bisher leider noch nicht publicirten *Mémoire* für die *Académie*) nachsehen können und daraus erfahren, daß schon Vauquelin in den ihm übergebenen einaxigen Glimmern bis auf 20 Proc. Magnesia, in den zweiaxigen aber kaum eine Spur von derselben gefunden habe.“ — Hinsichtlich dessen, was von mir über die Glimmer gesagt ist, muß ich bemerken, daß der Satz, als seien die dunkeln grünen sämmtlich einaxig, schon vom Hrn. Prof. H. Rose in seiner letzten Arbeit über die Glimmer ausgesprochen worden ist und auch durch die zur Zeit bekannten Erfahrungen gerechtfertigt zu werden scheint. Was aber die Aeußerung betrifft, daß man die einaxigen Glimmer nur unter den dunkeln grünen zu suchen habe, so ist sie allerdings unrichtig und nur die Eile des Schreibens hat mich dies übersehen lassen können. Schon der einaxige Glimmer, dessen Analyse Hr. Prof. Rose in diesen *Ann.* Bd. 71. S. 13 bekannt gemacht hat und der vom Baikal-See her stammt, ist braun und relativ sehr hell, wie es scheint, noch ein wenig heller, wie der, welcher mir vom Hrn. Prof. Marx gefällt überfandt worden. Eben so ist von mir der chemische Unterschied zwischen den einaxigen und zweiaxigen Glimmern, welchen Hr. Prof. Rose in dies. *Ann.* Bd. 77. S. 85 aufgestellt hat, nur unvollständig in jenem Briefe angeführt worden. Es ist nicht bloß der Gehalt an Magnesia, den Hr. Prof. R. für das Charakteristische der *einaxigen* Glimmer ansieht, sondern die Zusammensetzung

nach der Formel:  $\left\{ \begin{smallmatrix} A \\ F \end{smallmatrix} \right\} S + \left\{ \begin{smallmatrix} K \\ f \\ \text{ing} \end{smallmatrix} \right\} S$ ; dagegen derselbe für die *zweiaxigen* Glimmer die mineralogische Formel:  $KS^2 + 12 \left\{ \begin{smallmatrix} A \\ F \end{smallmatrix} \right\} S$  annehmen zu müssen glaubt. Hr. Prof. R. hält jedoch diese Formeln nicht für unbedingt richtig, wie dies am genannten Orte von demselben umständlich motivirt worden ist. P.



durch seine auffallende Farbenwandlung, je nachdem es das Licht parallel der Axe (weißlich gelb), oder senkrecht auf dieselbe (blau) durchläßt, interessant und ist in dieser Beziehung von Brewster \*) genau untersucht worden. Noch merkwürdiger, doch mit jener Eigenschaft in enger Verbindung stehend, scheint mir diejenige zu seyn, die ich vor kurzem an demselben wahrgenommen, nämlich das Licht nach jenen zwei Richtungen vollständig zu *polarisiren*. Bekanntlich zeigte bisher von allen krySTALLisirten Körpern nur der Turmalin diese Besonderheit, jedoch nur parallel der Axe, und Biot; der Entdecker derselben, hat sie höchst scharfsinnig zu mineralogischen und optischen Zwecken benutzt. Zu diesen kann nun auch obiges Mineral dienen, und es ist in dieser Hinsicht gleichgültig, ob es senkrecht auf die Axe oder parallel mit derselben geschnitten ist. Es rührt dieses, wie man leicht einsieht, davon her, daß es zwei Axen der doppelten Strahlenbrechung hat, und die krytallographische Axe nur die Zwischenlinie der beiden optischen ist, weshalb man auch hier bei jeder Umdrehung von  $90^\circ$  eine entgegengesetzte Polarisation erhält. Ein würfelförmig geschnittenes Stück ist in diesem Betracht sehr belehrend. Ich habe diese Erscheinungen sowohl an einem sehr durchsichtigen, vermuthlich spanischen (Jolith) beobachtet, als auch eben so gut an dem bairischen von Bodenmais (Pelion), weshalb dieses vaterländische Fossil nun um so mehr an Werth gewinnen wird.

### III. Ueber eine optische Merkwürdigkeit der *Arragonit-Krystalle*.

Wer sich mit der Untersuchung der Form dieser

\*) Vergl. Gilberts Ann. d. Ph. 1820. St. 5. S. 10.

Kryſtalle beſchäftigt hat, wird wiſſen, daß in denſelben ein ganz beſonderes Beſtreben nach regelmäßigen Zuſammenſetzungen erſichtlich iſt, und eine Zuſammenhäufung mehrerer Kryſtalle häufig den Beobachter durch den Schein einer einfachen Geſtalt täuſcht. Da die klaren und groſſen Kryſtalle, welche neuerlich aus Böhmen zu uns gekommen ſind, faſt wie von ſelbſt zu optiſchen Verſuchen einladen, ſo war ich bei Anſtellung derſelben nicht wenig verwundert, die Zwillingſbildung, welche in der äußern Form, vermöge des Ineinander- und Fort-Wachſens der kryſtalliniſchen Materie durchaus nicht mehr zu erkennen war, in der optiſchen Structur unzweideutig zu beobachten. Blättchen des Minerals, die ſenkrecht auf die Axe der Prismen geſchnitten waren, zeigten, außer den zwei Systemen farbiger Ringe, im polarisirten Lichte, bei einer geringen Drehung oder Neigung *noch zwei* dergleichen. Bei einer günstigen Lage waren alle vier Systeme (als Zeichen von vier vorhandenen Axen, wovon je zwei einem Kryſtall angehören) mit den ſie durchziehenden ſchwarzen hyperboliſchen Armen ſichtbar. Die im vorigen Aufſatze angegebenen Turmaline oder Dichroite ſind zur Anſtellung dieſer Verſuche ganz geeignet. Was mich am meiſten wunderte, war das, daß ich keinen einzigen Kryſtall finden konnte, an welchem ſich nicht dieſe innerlichen Spuren der Verwachſung offenbarten \*), auch an den neuerlich bei Hofgaismar aufgefundenen pyramidaliſchen Kryſtallen, die ich deſhalb abſichtlich in Blättchen zerſchneiden ließ und darauf unterſuchte.

\*) Wie es beinahe ſtets mit den Salpeter-Kryſtallen der Fall iſt. ſ. W. Herschel in meiner Geſchichte der Kryſtall-Kunde S. 271.

IV. Ueber ein Versehen Biot's bei Bestimmung der Intensität der polarisirenden Kräfte.

Die GröÙe der doppelten Strahlenbrechung läßt sich als abhängig denken von der relativen Kraft der Axe (oder mehrerer Axen), von welcher der ungewöhnliche Strahlenbündel entweder angezogen oder abgestoßen wird, und eben so wird die polarisirende Kraft mit jener in einem geraden Verhältnisse stehen. Nun ist bekanntlich nach der Entwicklung von Laplace  $V'^2 = \frac{1}{b^2} - \left( \frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2} \right) \sin^2 U$ , wo  $V'$  die Geschwindigkeit des ungewöhnlichen Strahles (wenn die im leeren Raume als 1 angenommen wird),  $b$  den Coëfficienten für den gewöhnlichen Strahl, womit der Sinus des Einfalls-Winkels zu multipliciren ist, um den des Brechungs-Winkels zu erhalten, und  $a$  eben diesen Coëfficienten für den ungewöhnlichen Strahl, und  $U$  den Winkel, den dieser mit der Axe bildet, bedeutet. (Vergl. Biot, *Traité de Ph.* III. p. 351.) Die Intensität der polarisirenden Kräfte in den krySTALLISIRten Substanzen richtet sich nun nach dem Factor von  $\sin^2 U$ , oder nach der GröÙe von  $\left( \frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2} \right) = K$ , und dem gemäß hat Biot (a. a. O. IV. p. 361 u. 423) die Aussagen der Theorie mit den Ergebnissen der unmittelbaren Beobachtung zusammengestellt. Er legt hiebei die Angaben der Brechungs-Verhältnisse, wie sie Malus gefunden hat, zu Grunde; da aber dieser jede Axe noch als repulsiv annahm, indem erst später von Biot die Entdeckung der attractiven gemacht wurde, so benutzt er dessen Angabe, doch, wie er sagt, „rectifiées en ayant égard au sens des actions.“ Be-

Destillaten von organischen Körpern ausmachen; — e) Harze, und zwar 1) solches, was in Kali und nicht in Alkohol löslich ist, 2) solches, was in Kali und Alkohol löslich ist, und 3) solches, was in Alkohol und nicht in Kali löslich ist; — f) ein brauner Extractivstoff, der mit den Alkalien, mit Kalk und mit Baryt in Wasser auflösliche Verbindungen giebt, unauflösliche aber mit den übrigen Erden; — g) ein im Wasser unauflöslicher Körper, der oft pulverartig, oft harzartig ist.

Diese Stoffe finden sich bei allen Destillationen von organischen Körpern in dem Destillate, bald in größerer, bald in geringer Menge; oft ist nur eine Spur von ihnen da. Die Destillate von thierischen Körpern zeichnen sich durch Anwesenheit von Ammoniak aus, durch eine größere Menge von dem organischen flüchtigen Alkali und durch einen Gehalt von Dippelschem Oele.

#### 1. Von den Destillaten aus thierischen Körpern.

Bei trockner Destillation geben Leim, Muskelfleisch, Knochen, Haare, Käse dieselben Producte, und diese finden sich alle in dem *Oleum animale foetidum*. Leim und Fleisch geben aber außerdem noch eine Base, die sich in Wasser auflöst, einen eigenthümlichen Geschmack besitzt, in Säuren gelöst an der Luft zersetzt wird und nicht so flüchtig ist, wie das weiterhin beschriebene Odorin. Um die eigenthümlichen Stoffe im *Oleum animale foetidum* aus demselben abzuscheiden, wurde folgendes Verfahren angewandt.

Ein Theil Oel wurde mit  $\frac{1}{4}$  Thl. Aetzkali und mit 6 Thl. Wasser destillirt, und zwar in einer geräumi-

gen kupfernen Blase, weil man in Glasgefäßen wegen des äußerst starken Anstossens der Mischung nur sehr geringe Mengen derselben auf einmal destilliren kann. Hiebei ging ein weißes ätherisches Oel und Wasser über, welche beide mit Schwefelsäure übersättigt (A) und dann abermals destillirt wurden, so lange, als die übergehende Flüssigkeit noch Geruch besaß. Auf dem Destillate schwamm reines ätherisches Thieröl. Dieses Oel, dessen Quantität aus späterhin anzugebenden Gründen sehr verschieden seyn kann, riecht etwas anders als Dippel's Oel, weil dieses noch mit Ammoniak und der animalischen Basis verunreinigt ist.

Die saure Flüssigkeit (A)\*) mit Zinnasche oder Kupferoxyd destillirt, gab eine in Wasser aufgelöste eigenthümliche Basis, von einem Geruche, der zwischen dem des Ammoniaks und dem eines ätherischen Oels in der Mitte liegt. Diese *eigenthümliche Basis* (B) wird sehr häufig gebildet und kann deshalb nicht nach der besonderen Substanz, aus welcher sie gewonnen ist, benannt werden. Ich schlage daher vor, sie wegen ihres Geruches *Odorin* zu nennen.

Der Rückstand von der Destillation des Dippelschen Oeles mit Kali, bestand aus einem Theer und einer wässrigen braunen Flüssigkeit. Der Theer wurde mit schwacher Essigsäure ausgezogen und die Lösung durch Kali niedergeschlagen. Diese gab ein gelbbraunes Pulver (C), welches sich durch absoluten Alkohol in zwei Theile zerlegen ließ. Die alkoholische Lösung, wel-

\*) Ohne Zweifel die Flüssigkeit (A), nachdem das ätherische Thieröl von derselben abdestillirt worden. (P.)

che den gröfseren Theil enthielt, hinterliefs nach Verdampfung einen gelbbraunen bröcklichen Körper (*D*), der nicht in Wasser und Kalilauge, wohl aber in den schwächsten Säuren, selbst im verdünnten Zustande derselben, auflöslich war.

Was der Alkohol von dem Pulver (*C*) nicht gelöst hatte, war ein braunrother Körper (*E*), welcher sich wie der mit (*D*) bezeichnete verhielt, nur dafs er mit Säuren braunrothe Lösungen gab. Dieser Körper (*E*) wird aus dem mit (*D*) bezeichneten gebildet; wenn dessen Auflösung der Luft ausgesetzt wird. Der Körper (*E*), in Säuren gelöst, lange Zeit der Luft ausgesetzt, oder auch im trocknen Zustande auf längere Zeit mit derselben in Berührung gelassen, verwandelt sich in einen braunrothen Körper, der weder in Säuren und Alkalien, noch in Weingeist, Aether und Oelen auflöslich ist, sondern nur von Vitriolöl in geringer Menge und mit braunrother Farbe aufgelöst wird.

Der durch Essigsäure von den Körpern (*D*) und (*E*) befreite Theer wurde nun mit Wasser destillirt. Er gab, doch immer nur in geringer Menge, ein Oel (*F*) ab, das weniger stark als das Dippel'sche roch, und sich durch seine geringe Flüchtigkeit, sowohl für sich, wie bei Gegenwart von Wasser, auszeichnete. Am schnellsten gelangt man zu diesem Oel, wenn man den Theer für sich destillirt, bis er hart und leicht zerbrechlich wird; doch zersetzt sich das Oel hiebei schon etwas. Man erhält übrigens auf diesem Wege eine grofse Menge ziemlich reinen und etwas gelbgefärbten Oeles. Durch Destillation des Theers mit Wasser erhält man das Oel nur sehr schwierig.

Der trockne Rückstand des Theers wurde mit kalihaltigem Alkohol ausgezogen. Dabei blieb ein brauner Körper zurück, der sich durch Aether nochmals in zwei andere zerlegen liefs. Was der Aether gelöst hatte, war ein harzartiger Körper (*G*), der sich nicht in Kali und Alkohol, wohl aber in Oelen und Aether auflöste. Was der Aether nicht gelöst hatte, war ein eigener, nur in Vitriolöl auflöslicher Körper (*H*), der, wenn zu Anfange der Operation ein kalkhaltiges Kali angewandt wurde, noch ein wenig Harzkalk beigemischt enthielt.

Die mit dem kalihaltigen Alkohol erhaltene Auflösung wurde mit Wasser gemischt und abgedunstet. Es schied sich dabei ein zusammenbackendes Harz (*I*) ab, das in Kali unlöslich, aber in Oelen und Aether auflöslich war. Die wässrige Lösung enthielt ein Harz (*K*), das sich nach Art des Colophons mit Alkalien und Basen verband. Die vier letzteren Stoffe sahen braun aus; die festen Harze waren schwarz, in Pulverform oder in Auflösungen aber braun.

Die wässrige kalihaltige Flüssigkeit des Rückstandes der Destillation vom Dippelschen Oele wurde filtrirt und, nach Verdünnung mit der doppelten Menge Wasser, in einem verschlossenen Gefäße mehrere Stunden lang stehen gelassen. Dann wurde sie zu mehreren Malen schnell hintereinander abgedampft, bis sie nicht mehr roch und ihr Volumen nur ungefähr das Doppelte des vom angewandten Oeuls animale betrug. Hierauf in eine Glasretorte gebracht, wurde so lange Schwefelsäure hinzugesetzt, als sich noch aus ihr ein schwarzer Theer

atscheiden liefs. Jetzt abermals destillirt und unter oft erneuter Hinzufügung von Wasser die Destillation wiederholt, ging eine geringe Menge einer öartigen Säure über.

Diese Säure (*L*), welche wenig vom Wasser aufgelöst wird, macht das Brenzliche in den Destillaten von thierischen Körpern aus, ist leichter als Wasser und besitzt eine gelbliche Farbe. Man muß sie sogleich in eine Flasche bringen, die ganz von ihr gefüllt wird, weil sie sonst sich schnell zersetzt, eine rothbraune und endlich schwarze Farbe annimmt und eine dicke Consistenz bekommt.

Die in der Retorte zurückgebliebene Flüssigkeit wurde vom Harze abfiltrirt, im Wasserbade verdampft und nun in gewöhnlicher Temperatur mit starkem Weingeist ausgezogen. Dieser, welcher das saure und neutrale schwefelsaure Kali zurückliefs, löste eine nicht unbedeutende Menge einer braunen, dem Extractivstoff ähnlichen Substanz auf, der wiederum ein Gemenge zweier einander sehr ähnlicher Körper darstellte. Der eine (*M*) gab mit Eisenoxyd eine schwarze farbige Verbindung, der andere (*N*) eine in der Lösung des salzsauren Eisenoxyds auflösliche Verbindung, deren Farbe der von einer Lösung des schwefelblausauren Eisenoxydes ähnlich sah und im trocknen Zustande pulverförmig war. Der letztere Körper hat einen dem Extractivstoff der Pflanzen etwas ähnlichen Geschmack, schmeckt jedoch auch nach Bernsteinsäure. Er giebt mit Kali und Natron leicht auflösliche und unkrySTALLISIRBARE, mit Erden und Metalloxyden hingegen unauflösliche Verbindungen, welche letztere nach den Metalloxyden gefärbt sind.



## 1. Von den Eigenschaften des Odorins.

Die neue, einstweilen Odorin genannte, Substanz (B) besitzt den Charakter des Ammoniaks und stellt eine farblose Flüssigkeit dar, die etwas schwerer beweglich ist, als Wasser. Ungefähr 15 Theile Wasser lösen einen Theil Odorin auf, das übrige bleibt wie ein ätherisches Oel auf dem Wasser schwimmen. Erwärmt man die gesättigte Lösung, so wird sie milchig; es scheidet sich eine bedeutende Menge von Odorin ab, die sich bald zu ölarartigen Tropfen sammelt. Wird das Odorin bei gewöhnlicher Temperatur mit der Hälfte seines Gewichtes an Wasser vermischt, so bildet sich bald eine klare Auflösung, die ohne Trübung noch eine gleiche Menge Wasser aufnimmt. Bei einem etwas größeren Zusatze von Wasser wird die ganze Lösung trübe und hellt sich nicht mehr auf; setzt man aber noch mehr Wasser hinzu, so wird die Flüssigkeit wiederum klar und stellt nun eine Lösung des Odorins dar, auf welcher noch ein Theil des Odorinhydrates schwimmen bleibt. Dieses Hydrat nimmt in einer niederen Temperatur noch mehr Wasser auf; in einer höheren giebt es Odorin ab, so daß bei der Siedehitze des Wassers sich fast alles Wasser des Hydrates am Boden des Gefäßes gesammelt hat. Kalilauge scheidet das Odorin ebenfalls aus seinem Hydrate ab. In Alkohol ist das Hydrat auflöslich. Das Odorin grünt das Heidelbeerpapier und macht geröthetes Lackmuspapier wieder blau. Ein mit Salpetersäure, Essigsäure oder einer andern Säure befeuchteter Stab raucht, wenn man ihn über Odorin bringt. Der Geruch dieses neuen Alkalis steht zwischen dem von Ammoniak und dem von in-



nur als Syrupe, die keine Kryftalle absetzen. Die Verbindungen lösen sich im absoluten Alkohol in jedem Verhältnisse auf, selbst die der Weinstensäure, wodurch man auch das Odorin vom Ammoniak trennen kann. Sie riechen nicht nach Odorin, wohl aber schmecken sie alle sehr stark nach demselben, weil sie sich im Munde zersetzen. Das Odorin wird aus seinen Verbindungen durch alle Basen, sowohl bei der Siedhitze, wie bei gewöhnlicher Temperatur ausgetrieben; dagegen schlägt es den früher mit (D) bezeichneten Körper aus seinen Auflösungen in Säuren nieder. Das essigsaure Odorin läßt sich mit dem Wasser verflüchtigen; das salzsaure und salpetersaure destilliren ebenfalls mit dem Wasser über.

Mit ätherischen Oelen vereinigt sich das Odorin leicht, so auch mit den Harzen und mit dem Körper (D); doch sind diese Verbindungen äußerst leicht zersetzbar.

## 2) Von den Eigenschaften des Fuscins.

Der Name *Fuscin* ist dem früher mit (D) bezeichneten Körper gegeben, weil er eine braune Farbe besitzt. Das Fuscine ist pulverförmig, nicht harzartig und läßt sich nicht schmelzen, sondern verkohlt sich beim Erhitzen und riecht dabei wie verbranntes Horn. Es ist in Schwefel-, Salz-, Salpeter- und Essigsäure, selbst bei verdünntem Zustande dieser Säuren, leicht auflöslich und bildet gelbbraune Lösungen, die eingedickt nicht krySTALLISIREN, sondern nur zu bröcklichen, nicht zerfließlichen Massen eintrocknen. Die schwefelsaure Verbindung ist im Alkohol nicht löslich, wohl aber leicht in gewöhnlichem Weingeist.

Das Fuscin bildet mit der Benzoëssäure und Boraxsaure Verbindungen, die sich nicht im Wasser auflösen, harzartig und schmelzbar sind, eine schwarze Farbe besitzen und von Alkalien und Säuren in basische und saure Verbindungen umgewandelt werden.

Die Auflösungen des Fuscins in Säuren werden an der Luft roth, und setzen einen braunen Körper ab, welcher in Kali, Alkohol und Aether unlöslich ist und demjenigen gleicht, der sich bei der Oxydation des Dippelschen Oels an der Luft bildet. Diese Zersetzung erfolgt ziemlich vollständig in einer Woche. Auch das Fuscin für sich geht an der Luft in diesen Körper über. Das trockne schwefelsaure Fuscin hingegen widersteht dieser Zersetzung fast ganz. Die rothe Flüssigkeit, die nach Ablagerung jenes Körpers übrig bleibt, enthält einen andern Körper von rother Farbe in der Säure aufgelöst. Dieser ist in seinem Verhalten dem gelbbraunen Fuscin gleich, löst sich aber nicht mehr in Alkohol auf.

### 3. Von den Eigenschaften der Brandsäure.

Der Name *Brandsäure* ist der Säure (L) gegeben, weil sie (und mehrere andere ihr ähnliche Säuren) das Brandige der Dämpfe und Oele von unvollständig verbrannten Körpern ausmachen. Diese Säure ist gelblich, dünnflüssig, sehr wenig in Wasser und gar nicht in wasserhaltigen Säuren auflöslich; dagegen löst sie sich in Alkohol in allen Verhältnissen, und auch in Aether und ätherischen Oelen auf, so wie Harze von ihr aufgelöst werden. Ihr Geruch ist brandig und stechend. Sie röthet, vorzüglich in Dunst-

gestalt, das Lackmuspapier, ist aber dennoch nur eine schwache Säure, da sie, weder mit Wasser gemengt, noch in Alkohol gelöst, die Kohlensäure austreibt. Mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden giebt sie Verbindungen, die wenig riechen und schwer krystallisiren. Wird die Säure mit Kalilauge vermischt, so erwärmt sie sich stark und löst sich vollkommen auf. Um das Kalisalz neutral zu erhalten, setzt man die Säure in Ueberschuß hinzu. Eingedampft giebt es erst einen Syrup, aus dem sich bei fortgesetztem Verdampfen feine Krystalle absetzen; nach und nach troknet alles zu einer weißen bröcklichen Masse ein, die, ohne zersetzt zu werden, eine ziemlich starke Hitze ertragen kann. Bei sehr starker Hitze wird es schwarz und verwandelt sich in ein butterfaures Kali \*). An der Luft zerfließt das brandsaure Kali leicht; es ist auch leicht in Alkohol und Aether auflöslich. Mit den Erd- und Metalloxydsalzen giebt es Niederschläge, die oft in Wasser etwas auflöslich sind; die mit Metalloxyden sind nach diesen zugleich gefärbt.

Der brandsaure Kalk ist in 15 Theilen Wasser auflöslich und setzt sich beim Kochen theils als Pulver, theils als eine Haut ab. Das brandsaure Kali wird nur durch eine concentrirte Auflösung von salzsaurem Kalk gefällt.

\*) Ueberhaupt gehen die Lösungen aller Brandsäuren in Kali an der Luft in ein Harz und in eine Säure über, die der Butterfaure ähnlich ist. Deshalb müssen diese Lösungen so schnell wie möglich außer Berührung mit der Luft gebracht werden.

Brandfaures Kupferoxyd ist hellgrün und pulverförmig. Durch alle Säuren wird daraus die Brandsaure vollkommen abgeschieden; durch Alkalien wird es in ein braunes basisches Salz verwandelt. Es löst sich in sehr geringer Menge und mit grüner Farbe in Wasser auf. Die Lösung giebt beim Einkochen an der Luft 1) grünes unverändertes brandsaures Kupfer, 2) eine weiße Verbindung, und 3) etwas Harzkupferoxyd.

Die weiße Verbindung enthält eine ölartige Säure, derjenigen ähnlich, welche bei der Oxydation der ätherischen Pflanzenöle an der Luft gebildet wird.

Das brandsaure Kupferoxyd löst sich ziemlich leicht in Aether, ätherischen Oelen und fetten Oelen mit grüner Farbe auf; das in fetten Oelen gelöste Salz verwandelt sich beim Kochen in ein Kupferoxydsalz. Im absoluten und wasserhaltigen Alkohol löst das Oxydsalz sich schwieriger. An der Luft wird das brandsaure Kupferoxyd nicht zersetzt. Für sich destillirt giebt es erst ein wenig Wasser und dann viel Oel. Dieses besteht aus 1) einem ätherischen Oele, dem des destillirten Colophons gleich, 2) Brandsaure, fast halb so viel, wie im zeretzten Salze zugegen war, 3) einer Spur Butterfaure, 4) einigen bräunlichen Flokken, die in Kali auflöslich sind, und 5) einer nicht unbedeutenden Menge von Odorin.

Mit dem Fuscin verbindet sich die Brandsaure durch Fällung eines Fuscinsalzes mit einem brandsauren Salze, die beide neutral und auflöslich sind. Das brandsaure Fuscin ist braunschwarz, harzartig und in Alkohol ein wenig und mit gelber Farbe löslich. Durch Säuren wird es in einen graubraunen Körper

verwandelt, der den Säuren widersteht, und durch Alkalien, in Ueberschuß angewandt, bloß zu dem vorigen neutralen Salze zurückgeführt wird.

4) Von den bei der Destillation erzeugten Harzen.

Das früher mit (K) bezeichnete Harz, welches sich in Kalilauge auflöst, ist für sich schwarz, in der Lösung aber dunkelbraun. Zu den Alkalien, Erden und Metalloxyden, zu Alkohol, Aether und Oelen verhält es sich wie das Colophon. Es enthält Stickstoff in seiner Mischung.

Das in Kali und Alkohol unauflösliche Harz (G) giebt, für sich destillirt, folgende Producte: 1) ein wenig ätherisches Thieröl — 2) ein ätherisches Oel, das weit schwerer zu verflüchtigen ist, wie das früher mit (F) bezeichnete — 3) ein wenig kohlensaures Ammoniak — 4) ein in Kali auflösliches Harz — 5) ein in Kali unlösliches Harz, das sich dagegen leicht in Alkohol auflöst — 6) ein ebenfalls in Kali unlösliches Harz, das sich nur in siedendem Alkohol auflöst, und aus demselben beim Erkalten in Pulverform herausfällt — 7) viel Fuscin — 8) etwas von dem rothen, in Alkohol unlöslichen, sonst dem Fuscin sehr ähnlichen, Körper — 9) eine Spur Odorin — 10) einen mit dem Wasser schwer zu verflüchtigenden Körper von öartiger Natur, der von den Säuren, wie andere Basen, gebunden wird, und dem Odorin nah verwandt ist. Er löst sich schwer in Wasser auf, ist leichter wie Wasser, und besitzt nur wenig Geruch.

(Fortsetzung folgt.)

## XL. Notizen.

I. *Ueber Jodoxyd und jodige Säure.* Im vorigen Hefte der Annalen hat Hr. Dr. Wöhler gezeigt, daß man nach der vom Prof. Sementini gegebenen Vorschrift zur Darstellung der jodigen Säure im Wesentlichen nur Chlorjod erhält, was zwar nicht die Möglichkeit der Existenz dieser Säure widerlegt, doch fernere Beweise für dieselbe nöthig macht. Seitdem hat Hr. S. eine neue Untersuchung über die Sauerstoffverbindungen des Jods bekannt gemacht (*Giornale di fisica Decad. second. IX: 387*) und seiner Angabe nach die jodige Säure auch auf directem Wege erhalten. Hr. S. verband nämlich eine kupferne Röhre mit einer Tubulatretorte, machte beide glühend, und ließ nun Jod in die Retorte durch deren Hals hineinschütten, während ein Anderer Sauerstoffgas aus einer Blase durch die Röhre trieb und mit dem Joddampf in Berührung brachte. Dadurch wurde in dem Halse der Retorte eine gelbe, durchsichtige, halbsteife Masse erhalten, die bei fortgesetzter Operation die Consistenz eines Oels annahm und von Hrn. S. als Jodoxyd erkannt wurde. Diefs Oxyd, das nach Hrn. S. durch längeres Erhitzen in einem Strome von Sauerstoffgas zur jodigen Säure wird, soll herbe, ekelhaft schmecken, fast wie jodige Säure riechen, an der Luft gänzlich verfliegen, die Lackmuskultur grün färben, Phosphor und Kalium entzünden, in Alkohol und Wasser mit ambragelber Farbe löslich seyn, und in letzterem gelöst auf Zusatz eines Alkalis diese Farbe verlieren, ohne dabei, wie die jodige Säure, Jod abzusetzen. Diese Eigenschaften nennt Hr. S. *distinctive*. Sie allein, ohne genaue Bestimmung des Sauerstoffgehalts, können jedoch wohl nicht entscheiden, ob jene Verbindungen neu sind, und da eine solche Bestimmung von Hrn. S. unterlassen ist, so verdienen auch seine Versuche nur in sofern Beachtung, als sie etwa einen Andern zu einer genaueren Untersuchung des fraglichen Gegenstandes veranlassen können. (P.)

II. *Ueber eine neue Methode zur Darstellung des Kohlenoxydgases: von Hrn. Dumas* (*Ann. d. chim. et d. phys. XXXIII. 110*). — Diese Methode besteht darin, gewöhnliches Kleefalz mit dem Fünf- bis Sechsfachen seines Gewichts an concentrirter Schwefelsäure zum Sieden zu bringen, und von dem entwickelten Gasgemenge, das zu gleichen Theilen aus Kohlenoxyd und Kohlen- säure besteht, die letztere durch Kali zu entfernen. — Wie diese Methode hat neu genannt werden können, sehe ich nicht wohl ein; vielmehr scheint sie mit in dem, was Hr. Hofr. Döbereiner über die Zersetzung des Kleefalzes durch Schwefelsäure bekannt gemacht hat, schon gänzlich eingeschlossen zu seyn und nicht bloß darauf zu beruhen. Hr. Dumas hätte auch von dem nämlichen Chemiker noch eine andere Methode entlehnen können, die in so fern der eben genannten weit vorgezogen zu werden verdient, als sie das Kohlenoxydgas ohne Beimengung von Kohlen- säure liefert, und erlaubt, dasselbe in einem continuirlichen Strome anzuwenden. Die Ameisensäure, aus Weinstein und Manganhyperoxyd mittelst Schwefelsäure erzeugt, ist sehr billig, und die mit ihr bereiteten Salze, mit einem Ueberschuß von concentrirter Schwefelsäure ein wenig erhitzt, geben mit Leichtigkeit eine große Menge des reinsten Kohlenoxydgases. Diese Methode ist längst von den hiesigen Chemikern angewandt worden, ohne daß es jemanden eingefallen wäre, sie für neu auszugeben. (P.)



---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, FIFTFES STÜCK.

---

## I.

### *Ueber die Schwefelsalze;*

von

J. J. BERZELIUS.

(Fortsetzung der im Bd. 83. S. 288 abgebrochenen Abhandlung.  
Aus den Kongl. Vetensk. Acad. Handl. für 1826. Thl. I.)

---

### V. Wolframschwefelsalze.

Die beste Art, diese Salze hervorzubringen, ist die: ein Sauerstoffsalz mit Schwefelwasserstoff zu zersetzen. Gleichwohl geht es gegen das Ende sehr langsam mit der Zerstörung der letzten Antheile des Sauerstoffsalzes. Vermischt man die so erhaltene Auflösung mit einer Säure und setzt sie in Ueberschuß hinzu, so entsteht ein leberbrauner Niederschlag und die saure Flüssigkeit ist gelb. Dieser Niederschlag ist *Wolframschwefel* (Wolframsäure). Er gleicht im Ansehen sehr dem Molybdänschwefel (Molybdänsäure), übertrifft denselben aber an Auflöslichkeit in Wasser, die selbst bei einem bedeutenden Ueberschuß an freier Säure nicht aufgehoben wird. Sobald die gelbliche saure Flüssigkeit durchgegangen ist, wird, während des Auswaschens, das Durchgehende immer mehr und

mehr gefärbt, und warmes Wasser färbt sich noch stärker als kaltes. Die Auflösung wird wieder gefällt, sowohl von freier Säure, wie von Salniak. Wird das Waschwasser in einem flachen Glasgefäße verdunstet, so hinterläßt es auf demselben einen Ueberzug, der in dünnen Kanten durchscheinend und gelblich, in der Mitte aber schwarzbraun und zu einem groben Pulver zerprungen ist, welches einen guten Theil seiner früheren Löslichkeit in Wasser verloren hat. Kocht man einen mit Säure gefällten Wolframschwefel, so wird er dunkler von Farbe und endlich schwarzblau, vermuthlich weil die kleinsten Theile näher zusammenrücken; dadurch wird er aber nicht unlöslich beim Auswaschen. Getrockneter Wolframschwefel ist fast schwarz, giebt aber ein Pulver, dessen Farbe der des frisch gefällten gleicht. In einem Destillationsgefäße erhitzt, giebt er Schwefel und läßt graues Schwefelwolfram zurück. Gewöhnlich erhält man unter den Producten der Destillation auch Wasser und Schwefelwasserstoff. Es ist schwer zu entscheiden, woher der letztere entsteht. Entweder enthält der gefällte Wolframschwefel Schwefelwasserstoff in chemischer Verbindung, welcher nicht durchs Auswaschen und Trocknen völlig ausgetrieben wird, oder der Wolframschwefel zersetzt einen Theil des anhängenden Wassers. Eine Portion Wolframschwefel, welche auf dem Filtrum ein paar Mal mit Wasser übergössert worden, wurde in einer Retorte mit Wasser gemengt und gekocht, und das Gas, das sich entwickelte, über Quecksilber aufgefangen. Es war Schwefelwasserstoffgas, dessen Menge aber einer bestimmten Verbindung mit dem Wolframschwefel, der sich meist beim Ko-

chen in Wasser löste, nicht zu entsprechen schien. Es ließe sich indeß aus diesem Versuche der Schluss ziehen, daß der Wolframschwefel, in statu nascenti, sich mit dem Schwefelwasserstoff verbinden könnte, und dieser hernach durchs Auswaschen und durch Berührung mit der Luft allmählig abgeschieden würde, und daß ein verschiedentlicher Gehalt an Schwefelwasserstoff die Ursache der verschiedenen Farben wäre, mit der der Wolframschwefel gefällt wird; doch habe ich darüber keine entscheidende Versuche. Wird der Wolframschwefel aus einem Salze gefällt, das eine Einmischung von einem wolframsauren Salze enthält, so bekommt der Niederschlag eine hellere, braune, sich ins Rothe ziehende Farbe, und derselbe wird nicht schwarz beim Kochen. Nach dem Trocknen giebt er beim Glühen schweflige Säure und hinterläßt ein graublaues Schwefelwolfram, welches Wolframsäure eingemengt enthält. Dies läßt vermuthen, daß eine chemische Verbindung zwischen der Säure und dem Schwefelmetall Statt findet, aber dem bloßen Ansehen nach kann diese nicht von dem reinem Wolframschwefel unterschieden werden. Ein geringer Antheil Wolframschwefel theilt seine Farbe einer großen Menge von Wolframsäure mit. Die saure Flüssigkeit, aus der sie zusammengefällt worden, ist gelb. Sie wird durch Zusatz von Ammoniak im Ueberschuß grün, und giebt, wenn alsdann Salzsäure hinzugesetzt wird, einen blauen Niederschlag, der wolframsaures Wolframoxyd ist und der beim Trocknen fast weiß wird.

Der Wolframschwefel löst sich träge im kautischen Kali auf; die Lösung ist tief dunkelbraun und

erhält niemals so reine Farben, wie die mit Schwefelwasserstoff bereiteten Salze. Durchs Kochen in einem offenen Gefäße bleicht die Farbe aus, wird grün und endlich gelb; das Salz ist dann größtentheils oxydirt. Kohlenfaures Kali löst es, ohne Mithülfe der Wärme, so wie ohne Entwicklung von Kohlenäuregas, zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit auf, die beim Kochen Kohlenäure giebt; d. h. der VVolframschwefel verwandelt die eine Hälfte des Kali in doppelt kohlenfaures und die andere in ein wolframgeschwefeltes Salz mit Ueberschuß an VVolframschwefel. Beim Kochen wird das erstere zerfetzt. Von wasserstoffgeschwefelten Salzen wird es bei Digestion unter Austreibung von Schwefelwasserstoffgas aufgelöst. Kaustisches Ammoniak löst den trocknen VVolframschwefel sehr träge auf, den frisch gefällten etwas leichter.

Eine dem Uebermolybdänschwefel entsprechende Verbindung zwischen VVolfram und Schwefel habe ich nicht hervorbringen können, weder als wolframgeschwefeltes Schwefelkalium mit mehr frischgefälltem VVolframschwefel gekocht, noch als dieses Salz mit kleinen Quantitäten von Chlor oder Jod versetzt, noch als VVolframschwefel mit einer Lösung von Hepar gekocht wurde. Wenn die Lösung, aus der VVolframschwefel gefällt wird, Hepar enthält, so bekommt man einen helleren Niederschlag, der, gleich dem Gemische von VVolframschwefel mit VVolframsäure, beim Auswaschen einen Stich ins Rother annimmt, aber niemals habe ich aus dieser übergeschwefelte Salze erhalten können, wenn ich sie mit Salzbasen behandelte.

Die wolframgeschwefelten Salze schmecken hepatisch. Die auflöslichen sind gelb, brandgelb, oder roth. Die neutralen können Wolframschwefel in Ueberschuß auflösen und geben dann der Flüssigkeit eine dunkelbraune Farbe. Dieselbe bekommt man durch allmähliges Zufetzen einer Säure. Die neutralen auflöslichen wolframgeschwefelten Salze zersetzen sich sehr langsam an der Luft und können bei gelinder Wärme an offner Luft zur KrySTALLISATION abgedunstet werden. Die Farbe der Lösung wird allmählig helle, während sich theils Wolframschwefel, theils Schwefel absetzt, und ein wolframsaures und ein schwefelsaures Salz gebildet wird. Wenn die Flüssigkeit überschüssige Basis enthält, geschieht die Zersetzung sehr rasch und es wird nichts gefällt. Von Metalloxyden werden diese Salze völlig wie die molybdängeschwefelten zersetzt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium.* Neutrales wolframsaures Kali wurde durch Schwefelwasserstoff zersetzt und die brandgelbe Lösung im luftleeren Raume über Pottasche getrocknet. Bei einer gewissen Concentration schloß das Salz in zarten gelben KrySTALLEN an. Diese wurden mit Hülfe der Wärme in der Mutterlauge aufgelöst und der freiwilligen Verdunstung an offner Luft überlassen; es wurden dabei platte vierseitige Prismen mit zweiflächiger Zuschärfung und von einer blafsrothen Farbe erhalten. Dieses Salz enthält kein KrySTALLISATIONSWASSER. Es schmilzt ohne sich zu zersetzen, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird: die geschmolzene Masse ist dunkelbraun und nach dem Erkalten brandgelb. Sie löst sich ohne Rückstand wieder in Wasser auf. Die concentrirte Auflösung dieses Salzes ist schön brandgelb.

Sie wird von Alkohol gefällt und setzt nach einer Weile kleine, zarte, zinnoberrothe Prismen ab. Es ist indeß in einem geringen Grade in Alkohol unlöslich.

Die genaue Analyse der wolframgeschwefelten Salze hat, wegen der großen Löslichkeit des Wolframschwefels in Wasser, ihre Schwierigkeit. Ich habe indeß gefunden, daß, wenn das Salz mit Königswasser zersetzt und damit bis zur anfangenden Zerfetzung des Wolframschwefels digerirt wird, dieser sich dann nicht mehr auflöst, wenn das Filtrum mit Wasser gewaschen wird, das zuvor mit ein wenig freier Salzsäure vermischt worden. Wenn hernach die durchgegangene Flüssigkeit mit Schwefelsäure vermischt, verdunstet und das Salz gegläht wird, so erhält man die Menge der Basis. Die des Wolframschwefels wird erhalten, indem man diesen zu Wolframsäure verbrennt und aus deren Gewicht berechnet. Auf diese Weise habe ich die Analysen einiger dieser Salze angestellt und eine brauchbare Annäherung erhalten. Das hier in Rede stehende gab auf 100 Thl. Salz, getrocknet in Pulverform, 58,5 Thl. Wolframsäure, und 44,3 Thl. schwefelsaures Kali. Neutrales wolframgeschwefeltes Schwefelkalium,  $\text{KS}^2 + 2\text{WS}^3$ , soll, der Berechnung nach, 59,6 Thl. Wolframsäure und 45,6 Thl. schwefelsaures Kali hervorbringen. Man sieht, daß die Analyse damit übereinstimmt, und daß das Wenige, was an der Wolframsäure fehlt, einen entsprechenden Ueberschuß vom Kalisalz gegeben hat.

Dieses Salz giebt zwei Doppelsalze von einer besonders interessanten Beschaffenheit, weil sie zeigen,

dafs Schwefelsalze und Sauerstoffsalze sich chemisch mit einander verbinden können.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium mit salpetersäurem Kali.* Als ich bei einem meiner Versuche das Wolfram-Mineral durch kohlensaures Kali, vermischt mit ein wenig Salpeter, zersetzte, um Wolframsäure zu erhalten, bekam ich aus der mit Schwefelwasserstoff zeretzten Auflösung, beim Abdunsten im luftleeren Raume, ein rubinrothes Salz von besonders schöner Farbe, welches, wiederum aufgelöst und an der Luft dem freiwilligem Verdunsten ausgesetzt, in grossen, schönen, glänzenden, rubinrothen, durchsichtigen Kry stallen von einer sehr zusammengesetzten Form anshofs. Diese Kry stallen machen das in Frage stehende Doppelsalz aus. Als ich eine kleine Portion davon in einem Glasrohr erhitze, verpuffte das Salz, bei anfangendem Schmelzen, und liess eine blasgelbe, in Wasser vollkommen auflösliche Masse vom wolframgeschwefelten und wolframsauren Salze zurück. Gepülvert und auf einem Platinblech erhitzt, verbrannte es wie Schiefspulver und hinterliess auf dem Platin das gelbe Salz. — Um zu entdecken, ob dieses Salz den Salpeter nur mechanisch eingemengt enthielt, wurde es aufgelöst und mehrmals umkry stallisirt, aber ohne sich zu verändern. Als dagegen die Auflösung dieses Salzes mit Kupferoxydhydrat behandelt wurde, erhielt man in der Lösung ein schwefelfreies Salz, das bei freiwilligem Verdunsten Salpeter und wolframsaures Kali in gesonderten Kry stallen absetzte. Dieses Salz wird sowohl von Schwefelsäure, wie von Salzsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas zersetzt und ohne dafs Stick-

Stoffoxydgas entwickelt wird, eher als man das Gemisch erhitzt, wobei zugleich ein Theil des gefällten Wolframschwefels seine Farbe ändert und gelb wird. Dieses Salz ist sehr leicht löslich in Wasser und fast eben so leicht löslich im kalten, wie im siedenden. Die gesättigte Lösung ist schön und tief roth und wird von Alkohol krySTALLINISCH gefällt. Die Auflösungen verschiedener Salze, die von dem einfachen Salze zersetzt werden, werden nicht von diesem zersetzt. Wenn man es z. B. mit einer Auflösung von Chlorbarium vermischt und dem Anschiefen überläßt, so wird jedes dieser Salze für sich erhalten, kein Chlorkalium gebildet, und das verpuffende Salz giebt nach der Verbrennung keinen schwefelsauren Baryt. Dieses Salz enthält kein KrySTALLwasser.

100 Thl. von diesem, auf die oben angeführte Art zerlegt, gaben 46,8 Thl. Wolframsäure, und 52,6 schwefelsaures Kali. Wenn das Salz aus einem Atome Salpeter und zwei Atomen wolframschwefeltem Schwefelkalium  $\ddot{K} \overset{\cdot\cdot}{A} A^2 + 2(KS^2 + 2VVS^1)$ , besteht, so muß es, der Rechnung nach, 47,7 Thl. Wolframsäure und 52,5 Thl. schwefelsaures Kali geben, womit auch das Resultat der Analyse, so nahe als man erwarten kann, übereinstimmt \*).

\*) Ich versuchte, das in Wasser gelöste molybdängeschwefelte Schwefelkalium mit einer Lösung von Salpeter zu vermischen und alsdann der freiwilligen Verdunstung zu überlassen. Das angeschossene Salz, worunter hie und da ein Salpeterkrystall erschien, glich bloß dem molybdängeschwefelten Salze, war roth beim Hindurchsehen und grün im Widerschein, verpuffte aber, erhitzt, mit noch mehr Heftigkeit, als das Wolframsalz.



*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium* mit *wolframsaurem Kali*. Bei Bereitung des wolframgeschwefelten Schwefelkaliums erhält man nach Verdunsten oft ein citrongelbes Salz in rechtwinkligen vierseitigen Tafeln angeschossen. Dieses Salz, das Krytallwasser enthält, wird dunkler gelb und undurchsichtig, wenn es erhitzt wird, und schmilzt bei anfangendem Glühen ohne zerlegt zu werden, sobald der Zutritt der Luft gehindert wird. Es löst sich leicht in Wasser auf zu einer citrongelben Flüssigkeit, die nicht von Alkohol gefällt wird und die nicht Mangansalze trübt. Durch Zusatz von Säure wird die Auflösung braun gelb oder roth. Deshalb hielt ich dieses Salz im Anfange für ein basisches; als ich es aber analysirte, fand ich darin nahe dieselben Verhältnisse unter den Bestandtheilen, wie in dem neutralen Salze. Dies gab nämlich 0,58 Wolframsäure und 0,577 Chlorkalium.

Die Krytalle waren schiefe 4seitige Prismen mit 4flächiger Zuspitzung. Als sie aufs Neue bis zur Sättigung in siedendem Wasser aufgelöst und unter einer langsamen Erkaltung dem Anschiesen überlassen wurden, krytallisirte jedes Salz für sich heraus, der Salpeter aber blaß fleischroth und das Schwefelsalz, welches sein Vermögen zu verpuffen gänzlich verloren hatte, mit dem schönsten grünen Metallglanz. — Diese Doppelsalze von einem Sauerstoffsalze mit einem Schwefelsalze gehören ganz zu der nämlichen Klasse von Verbindungen, zu der die Doppelsalze von einem Haloidsalze mit einem Sauerstoffsalze gehören, z. B. die von Wöhler entdeckten Verbindungen von Cyan Silber mit salpetersaurem Silberoxyd, und die von Cyanquecksilber mit demselben Salze. Sie liefern noch einen Beweis mehr von der Richtigkeit derjenigen Ansicht, die sie alle unter dem gemeinschaftlichen Namen von Salzen zusammenstellt.

Ich fing nun an zu vermuthen, daß dieses Salz wolframsaures Kali enthalte. Durchs Schmelzen in glühendem Fluß mit Zinnober hoffte ich schwefligsaures Gas zu erhalten; allein die sehr geringe Portion von Gas, welche erhalten wurde, war Schwefelwasserstoff. Es veränderte sich auch nicht, als es bei Glühhitze in Wasserstoffgas geschmolzen wurde und gab keine Spur von Wasser.

100 Thl. dieses Salzes verloren beim Schmelzen 4,5 Gewichtstheile an fortgegangenem Wasser. 82,5 Thl. geschmolzenes Salz mit Königswasser zersetzt, gaben 52,5 Thl. Wolframsäure, und 40,5 Thl. schwefelsaures Kali, welches bei Wiederauflösung eine geringe Spur von Wolframsäure unauflöst zurückließ. Werden diese in Wolframschwefel und Schwefelkalium verwandelt, so erhält man 63,25 Thl. von erstereu und 25,65 Thl. von dem letzteren, oder zusammen 88,9, was 6,4 mehr ist, als was zur Analyse genommen worden. Dieses kann nur davon herrühren, daß das Salz ein Sauerstoffsalz enthält, und wenn es aus einem Atome des Schwefelsalzes und aus einem Atome des Sauerstoffsalzes besteht, so müssen 82,5 Thl. geschmolzenes Salz 59,5 Thl. schwefelsaures Kali und 53,5 Thl. Wolframsäure geben. Dieser Versuch scheint zu dem Schlusse zu berechtigen, daß dieses Salz ein wirkliches Doppelsalz ist und, das Wasser mitgerechnet, aus  $\ddot{K}\ddot{V}^2 Aq^4 + (KS^2 + 2WS^3)$  besteht. Wenn man wolframsaures Kali genau mit Schwefel mischt und in einem bedeckten Tiegel erhitzt, so wird das Salz zersetzt, graues Schwefelwolfram gebildet und bei Behandlung der Masse mit Wasser eine gelbe

Auflösung erhalten, welche das wolframsaure und wolframgeschwefelte Doppelsalz enthält,

*Wolframgeschwefeltes Schwefelnatrium* krystallisiert sehr schwer und erst nachdem die Masse sehr concentrirt worden ist. Die beste Art, Kryrstalle zu erhalten ist die, daß man eine concentrirte Auflösung des Salzes in Alkohol dem freiwilligen Verdunsten überläßt. Die Kryrstalle sind verworren, von rother Farbe und fangen bald an feucht zu werden, wobei die Farbe heller wird und ins Gelbe übergeht. Mit Ueberschuß an Basis erhält man ein gleichfalls in Alkohol auflösliches Salz, das an der Luft schnell feucht wird und sehr rasch zum Sauerstoffsalz übergeht.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelammonium* erhält man am besten, wenn eine concentrirte Auflösung vom neutralen wolframsauren Ammoniak mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird, wobei das neugebildete Schwefelsalz, das schwerlöslich in Wasser ist, allmählig in hellrothen Kryrstallen anschießt, die dem Ansehen nach völlig dem Kalisalze gleichen. Dieses Salz decrepitiert sehr heftig, wenn es erhitzt wird, giebt Wasser nebst Schwefelammonium und hinterläßt endlich ein graues metallisch glänzendes Schwefelwolfram, das die Form der zerprungenen Kryrstallstücke behält. Dieses Salz löst sich leichter in reinem Wasser, als in Wasser, das ein Salz aufgelöst enthält. Es wird bei freiwilliger Verdunstung wenig zersetzt und giebt kein Doppelsalz, wenn es in Auflösung mit salpetersaurem Ammoniak vermischt und der freiwilligen Verdunstung überlassen wird.

Aus der Flüssigkeit, aus welcher sich dieses Salz abgesetzt hat, erhält man bei freiwilliger Verdunstung

ein gelbes Salz in rechtwinklig vierseitigen Tafeln, die vollkommen dem entsprechenden Kalisalze gleichen und welche folglich wolframsaures Ammoniak zu enthalten scheinen. Bei trockner Destillation verhält es sich wie das vorhergehende und läßt graues Schwefelwolfram zurück.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelbarium* erhält man sehr langsam, wenn das neutrale Sauerstoffsalz, gemengt mit Wasser, einem Strome von Schwefelwasserstoff ausgesetzt wird. Man erhält eine citrongelbe Flüssigkeit, die, nach freiwilliger Verdunstung, einen gelben, blättrig krySTALLINISCHEN, durchsichtigen Ueberzug auf dem Glase zurückläßt. Die Auflösung wird nicht von kautischem Ammoniak gefällt. Wird frisch gefällter Wolframschwefel durch Kochen in Schwefelbarium aufgelöst, so erhält man eine gelbe Masse, die ohne alle Zeichen von KrySTALLISATION eintrocknet. Mit Ueberschuß von Wolframschwefel giebt sie einen braunen Firniß. Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelbarium wird selbst im Kochen träge vom Wolframschwefel zerlegt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelstrontium* erhält man ganz leicht und in Menge durch Zersetzung des neutralen, in Wasser eingerührten Sauerstoffsalzes mit Schwefelwasserstoffgas. Die Auflösung ist gelb und giebt citrongelbe strahlige KrySTALLE. Sie wird nicht vom kautischen Ammoniak getrübt. Mit Ueberschuß an Wolframschwefel erhält man ein braunes Salz, das zu einem Syrup eintrocknet.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelcalcium* erhält man auf dieselbe Weise, wie das vorhergehende. Es schießt nicht an und trocknet zu einer blasgelben

Masse ein. Es löst sich in Wasser leicht und in Alkohol etwas. Mit überschüssigem Wolframschwefel erhält man eine rothbraune Verbindung, die auch nicht anschiefst. Kaustisches Ammoniak fällt daraus ein hellgelbes Pulver, das ein basisches Salz ist.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelmagnesium* wird auf gleiche Weise wie das vorhergehende erhalten. Die Lösung zersetzt sich leicht an der Luft, aber im luftleeren Raume trocknet sie zu einem Firnis ein, der sich mit Leichtigkeit wieder in Wasser auflöst. Es ist auch leicht löslich in Alkohol. Mit Wolframschwefel in Ueberschuß ist die Verbindung braun und schiefst nicht an. Ammoniak fällt ein hellgelbes, pulverförmiges, basisches Salz.

Da die oben beschriebenen Salze der Radicale von alkalischen Erden gelb sind und nicht roth, so muß ich es unentschieden lassen, in wiefern sie nicht Doppelsalze mit ihrem entsprechenden Sauerstoffsalz sind.

Neutrale Salze von *Beryllerde*, *Yttererde* und *Thonerde* werden weder von dem einfachen wolframgeschwefelten Schwefelkalium, noch von dem citrongelben Doppelsalze gefällt. Es ist daher glaublich, daß sie alle lösliche wolframgeschwefelte Salze geben, zumal auch etwas concentrirte Lösungen klar bleiben.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzirconium* bildet einen braungelben Niederschlag.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelmangan* ist leicht auflöslich in Wasser; die Lösung ist gelb.

*Wolframgeschwefeltes Schwefeleisen.* Das neutrale Kaliumsalz zersetzt das schwefellaure Eisenoxydul und erzeugt ein mit dunkelgelber Farbe in Wasser auflösliches Salz. — Das gelbe Kalium-Doppelsalz färbt die Lösung des Eisensalzes schwarzbraun, ohne etwas zu fallen.

*Wolframgeschwefelter Eisenschwefel* bildet einen voluminösen dunkelbraunen Niederschlag, der bald zu einem leberbraunen Klumpen zusammensinkt und sich dann nicht weiter verändert. Das gelbe Salz giebt einen helleren Niederschlag, der sich in einigen Tagen in der Flüssigkeit zersetzt und weiß wird.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkobalt* bildet eine dunkelbraune nur in den Kanten durchsichtige Flüssigkeit, die nach 24 Stunden einen schwarzen Niederschlag absetzt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelnickel* verhält sich eben so.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzink* fällt sich erst nach 24 Stunden und bildet dann ein blasgelbes Pulver.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelcadmium* fällt sogleich in Form eines schön citrongelben Pulvers nieder.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelcerium* bildet erst nach 24 Stunden einen hellgelben Niederschlag. Mit dem gelben Doppelsalze entsteht der Niederschlag sogleich.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelchrom* ist zu ei-

nem gewissen Grade in Wasser auflöslich und setzt einen geringen grünbraunen Niederschlag ab.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzinn* ist ein flockiger, brauner, voluminöser Niederschlag. *Wolframgeschwefelter Zinnschwefel* wird in Form von grangelben Flocken gefällt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelwismuth* ist ein dunkelbrauner Niederschlag.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelblei* ist ein dunkelbrauner Niederschlag, der gesammelt fast schwarz ist. Der Niederschlag mit dem gelben Doppelsalze ist schmutzig brandgelb und bleibt auch so, nachdem er sich gesammelt hat.

*Wolframgeschwefelter Kupferschwefel* ist ein leberbrauner Niederschlag, der gesammelt dunkelbraun wird und auch so bleibt. Mit dem gelben Doppelsalze ist der Niederschlag dunkler und gesammelt schwarz.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelquecksilber* ist ein schwarzer Niederschlag.

*Wolframgeschwefelter Quecksilberschwefel* fällt in schön brandgelben Flocken nieder. Ein Ueberschuß von wolframgeschwefeltem Schwefelkalium macht den Niederschlag schwärzer, und durch einen Ueberschuß von Quecksilberchlorid wird er in wenigen Augenblicken weiß. Die neutrale Verbindung abgedestillirt, bleibt unverändert. Beim Trocknen wird sie dunkler und endlich gelbbraun. Zu Pulver zerrieben, wird sie dunkelroth und nimmt Politur von der Pistille an. Bei Destillation giebt sie Schwefel und

**Zinnober, und Schwefelwolfram** bleibt zurück. Der Niederschlag mit dem gelben Doppelsalze gleicht dem eben genannten; das Pulver desselben läßt sich aber nach dem Trocknen nicht zusammendrücken und wird nicht glänzend. Bei Destillation giebt er einen lang anhaltenden Strom von schwefligsaurem Gase.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelsilber* ist ein dunkelbrauner Niederschlag, der bald schwarz wird. Bei Destillation giebt er Schwefel und wird bleigrau, metallisch glänzend.

*Wolframgeschwefelter Platinschwefel* giebt eine tief dunkelrothe Flüssigkeit, welche eine Zeit lang klar bleibt, aber bald einen schwarzen Niederschlag absetzt.

*Wolframgeschwefelter Goldschwefel* bildet eine tief dunkelbraune, durchsichtige Auflösung, die, der offenen Luft ausgesetzt, nach ein Paar Tagen einen durchscheinenden Niederschlag giebt, der gesammelt schwarz wird.

(Beschluss im nächsten Heft.)

---



## II.

*Ueber die Festigkeit der Körper;*

von

H. F. L i s s k.

(Beschluss.)

Absolute Festigkeit nennen wir den Widerstand, welchen die Körper äußern, wenn eine Kraft die Theile derselben in gerader Linie von einander zu entfernen strebt. Da die Kenntniß dieser Festigkeit für die Ausübung von großer Wichtigkeit ist, so hat man viele Versuche darüber angestellt. Die Anwendung dieser Versuche gründet sich auf den Satz, daß sich die absolute Festigkeit gleichartiger Körper verhalte, wie die Fläche, in welcher der Widerstand geschieht. Aber geradezu bestätigt die Erfahrung diesen Satz nicht. Ueber dieses Verhältniß, so wie über den Zusammenhang überhaupt, hat schon Musschenbroeck in einer noch immer klassischen Abhandlung viele Versuche angestellt \*). Er machte seine Versuche an Metalldrähten, da sie an Holz zu große Schwierigkeiten haben. Er zeigt, daß alle Drähte sich vor dem Zerreißen verlängern, und daß die Rechnung weit mehr mit den Erfolgen übereinstimmt, wenn man sie nach den Flä-

\*) Introductio ad cohaerentiam corporum firmorum in *Dis.* physic. et mathemat. Lugd. Bat. 1729. 4.

chen vor der Verlängerung macht, als nach den Flächen, welche beim Zerreißen durch die Verlängerung entstanden sind. Er zeigt ferner, daß die Erfolge weit genauer mit der Rechnung übereinstimmen, bei nicht zähen Metallen, Blei und Zinn, als bei zähen Metallen, Eisen, Silber, Gold. Endlich findet er bei Betrachtung der Versuche, daß bei Drähten von größerm Durchmesser der Zusammenhang geringer ist, als sie die Rechnung giebt; bei Drähten von kleinerem Durchmesser hingegen größer.

Auch in seinen größern Werke über die Physik hat Musschenbroeck viele Versuche über die absolute Festigkeit erzählt \*). Es war ihm mehr darum zu thun, die Größe des Zusammenhangs der festen Körper überhaupt zu erforschen, als das oben gegebene Verhältniß zu bestätigen. Die Versuche mit Metalldrähten zeigen, wie viel auf die Reinheit derselben ankommt. Die Versuche mit Seilen lehren, daß die Seile etwas gedreht seyn müssen, damit sie die gehörige Stärke haben, aber auch, daß sie nicht zu stark gedreht seyn müssen, weil sie dann wiederum schwächer werden. Du Hamel hatte schon Versuche darüber angestellt und in seiner art de corderie erzählt. In neuern Zeiten sind wiederum Versuche mit rundgewobenen Seilen gemacht worden \*\*). Die Stärke des Holzes fand Musschenbroeck sehr verschieden, nachdem es aus der Mitte des Stammes, oder vom Um-

\*) *Introduct. ad Philosoph. natural.* L. B. 1762. T. I. p. 19. 21.

\*\*) *Ueber die Stärke rundgewobener Seilen* von M. G. Rappolt, Tübing. 1795.

fange genommen war. Er stellte ferner viele Versuche über die Stärke der Tücher, der Felle, des Papiers und der Knochen an.

Die Versuche, welche Graf von Sickingen über den Zusammenhang verschiedener Metalle gemacht und in seinem Werke über die Platina beschrieben hat, sind mit einer grossen Genauigkeit und einem besonders dazu erdachten und verfertigten Instrumente angestellt \*). Er fand die Stärke der Metalle in folgender Reihe: Sehr sprödes Eisen, Messing, wenig sprödes Eisen, Kupfer, Platin, Silber, Gold. Muschenbroeck hatte diese Folge ganz anders gefunden, nämlich: Gold, Eisen, Messing, Silber, Kupfer, wo man sogleich sieht, daß irgendwo ein Fehler sich eingeschlichen hat. Sickingen hat seine Versuche nur mit Drähten von geringem Durchmesser angestellt, daher auch Karsten ihrer nicht umständlich erwähnt. In einem Versuche fand Sickingen, daß ein längerer Platinfaden mehr trug, als ein kurzer, welches Guyton Morveau mit Recht nur für einen Zufall hält. Aber mit Unrecht tadelt dieser, daß Sickingen nur die äussersten Gränzen, nicht den mittlern Zusammenhang gesucht habe, welches doch keineswegs immer der Fall ist (S. 115).

Karsten hat in einer Abhandlung \*\*) die Versuche über die Festigkeit der Metalle, besonders des Eisens, sowohl die ältern als die neuern, sorgfältig gesammelt und gründlich beurtheilt. Die Abhandlung ist für die

\*) Versuch über die Platina, Mannheim 1782. 8. S. 112 folg.

\*\*) S. dessen Archiv für Bergbau u. Hüttenwesen, B. 10. H. 1.

Ausübung geschrieben, doch nimmt der Verf. überall auf die Theorie Rücksicht, welche nur ein Gegenstand dieser Untersuchung seyn kann. Wir werden auf diese theoretischen Bemerkungen wieder zurückkommen.

Man kann sich jeden festen Körper in Rücksicht auf die absolute Festigkeit vorstellen, als bestände er aus Fasern, welche sollen zerrissen werden. Die Theile mögen noch so verwirrt liegen, immer wird sich eine Reihe von Theilen der Länge nach durch den ganzen Körper hin denken lassen; allerdings hier und da durch Zwischenräume unterbrochen. Es kommt nur zur Bestimmung der Festigkeit auf folgende drei Angaben an: 1) auf deren Zusammenhang in jeder einzelnen Faser, der gröfser oder geringer, elastisch oder unelastisch seyn kann, 2) auf die Menge der Fasern in einem Querschnitte des Körpers, wo er reissen kann, und 3) wenn die Trennung nicht in einem Querschnitte zugleich und auf ein Mal geschieht, auf die Reibung der Theile aneinander, oder vielmehr auf den Druck, den ein Theil seitwärts auf den andern leistet. Da hier drei Factoren sind, so läfst sich also aus dem Versuche nicht auf den Zusammenhang oder den ersten Factor schliessen. Der Satz, dafs sich die absolute Festigkeit gleichartiger Körper verhalte wie die Fläche, in welcher der Widerstand geschieht, setzt voraus, dafs sich die Lage der Theile bei der Bearbeitung der Körper in Stücken mit grofsen und kleinsten Widerstandsflächen nicht ändere. Zu diesen Schwierigkeiten, die Erfolge der Versuche richtig zu bestimmen, kommt noch hinzu, dafs beinahe alle Körper sich vor dem Zerreißen ausdehnen. Diese Aus-

dehnung kann nicht allein Folge der Elasticität seyn, denn die Theile kehren nach dem Zerreißen nicht in die vorige Lage zurück, sondern sie muß dadurch entstehen, daß sich einzelne Theile von den übrigen trennen und allein hervorgezogen werden.

Karsten sagt (a. a. O. S. 14): Es scheint, daß die GröÙe der Ausdehnung bei stärkeren Belastungen nicht bloß mit den ziehenden Kräften in Verhältniß stehe, sondern daß sie auch von der GröÙe des Querschnittes abhängig wird, indem bei größeren Querschnitten verhältnißmäßig schwächere Belastungen häufig schon stärkere Verlängerungen oder Ausdehnungen des Eisens hervorbringen. Er schreibt dieses den Veränderungen zu, welche das Eisen bei der Bearbeitung erleidet, und wie es scheint mit Recht. Mit der obigen Bemerkung hängt die Erfahrung zusammen, daß Stabeisen von geringerem Durchmesser verhältnißmäßig eine größere Stärke zeigt (S. 44). Die Ausdehnung entsteht wahrscheinlich dadurch, daß einzelne Theile sich von den übrigen trennen, denn wäre sie eine Folge der Elasticität, so würden sich die Theile nach aufgehobener Wirkung der Kraft wieder herstellen, welches doch nicht der Fall ist. Dünne Stangen und Drähte werden aber bei der Bearbeitung mehr zusammengepreßt, als dicke, und so wird die Stärke größer, und auch das Hinderniß der Ausdehnung. Da nur einzelne Fasern reißen, so lassen sich daraus die Abweichungen in den Verhältnissen der Längenausdehnung zur Fläche des Querschnitts sowohl (S. 15. 16), als zur Festigkeit selbst (S. 17) und endlich zur ziehenden Kraft (S. 17) wohl klären.

Dafs die Fasern an einigen Stellen eher reißen, oder vielmehr, dafs die Theile an einigen Stellen sich eher von einander sondern, als an andern, ist zu erwarten. Wenig Körper bestehen aus aneinander hängenden Fasern, so nämlich, dafs der Zusammenhang von einem Ende des Körpers bis zum andern gleichförmig bleibt. Die vegetabilischen Körper enthalten allerdings gleichförmige Fasern, auch ist der Theil, der beim Flachs und Hanf zum Halten der Lasten angewandt wird, allein daraus zusammengesetzt, und selbst im Holze trägt dieser fast nur allein, indem das eingemengte Zellgewebe in einer auf den Fasern beinahe senkrechten Richtung liegt, also zur Festigkeit nichts beitragen kann, auch die Spiralgefäße im Zustande der Verholzung so zart geworden, dafs sie nur als längslaufende Lücken anzusehen sind, mithin den Zusammenhang der Fasern nicht unterbrechen. Aber untersucht man diese Fasern oder Fasergefäße mikroskopisch, so findet man, dafs sie an den Enden nicht mit einander verknüpft sind, sondern nur neben einander liegen; eine Art der Verbindung, welche diesen Fasergefäßen, so wie den sehr ähnlichen Bastzellen eigenthümlich ist. Ja es ist ja bekannt, dafs die Seile aus losem Hanf zusammengedreht werden, so dafs nur die Fasern mit ihren Enden an einander und um einander liegen. Treffen nun viele Stellen in einem Querschnitte zufällig zusammen, wo viele Fasern nur an einander liegen, so wird dort früher als an andern Stellen ein Rifs geschehen. Darum ist auch einiges Drehen der Stücke nothwendig, um die schwachen Stellen durch den Druck zu befestigen, wenn gleich ein zu starkes Drehen viele Fasern zerreißen

mag und das Tränken mit Pech einen andern nicht fafrigen zerbrechlichen Stoff hineinbringt.

Eben so bestehen die unorganischen fafrigen Körper meistens nicht aus aneinander hängenden Fasern, sondern aus Blättchen, welche durch ihre Schichtung Fasern darstellen. Die weichen Metalle scheinen ihr fafriges Gewebe erst durch einen Zug zu erhalten, welchem die Theile folgend sich in eine Faser reihen. Man sieht dieses deutlich am Golde, worin das Mikroskop nur dann Fasern entdeckt, wenn es gezogen wird, und diese Fasern zeigen sich auch nur an der Oberfläche. Also auch hier ist die Anordnung der Theile in einer Faser nicht ununterbrochen, und wenn mehrere solcher Unterbrechungen zufällig neben einander liegen, wird dort der Körper eher reißen, als anderwärts. Wo das Gewebe der Körper gar nicht fafrig, sondern nur als solches gedacht wird, leuchtet dieses von selbst ein.

Die Versuche, welche man über die absolute Festigkeit der Körper angestellt hat, sind also in theoretischer und praktischer Rücksicht nicht zuverlässig. Sie geben den wirklichen Zusammenhang der Theile unter Bestimmungen an, welche wir nicht auszumachen vermögen; sie hängen von Zufällen ab, welche zwar zwischen Gränzen, aber zwischen sehr weiten Gränzen eingeschlossen sind, wie Karsten in der oben erwähnten Abhandlung gezeigt hat. Es entsteht also die Frage: Auf welche Weise prüfen wir am sichersten den Zusammenhang der Theile in den Körpern? Die Antwort ist, wie man leicht sieht: Auf die Weise, nach welcher so wenig Theile als möglich auf einmal von einander gesondert werden. Also, indem wir die

**Härte prüfen.** Wenn wir nämlich mit einer harten Spitze die Körper ritzen, suchen wir so wenig Theile als möglich von einander zu entfernen, und wir erfahren dadurch den Zusammenhang der einzelnen Theile so nahe als möglich. Die Härte der Körper bestimmt also die Festigkeit der Körper, sofern sie Zusammenhang einzelner Theile ist. Es können aber Körper von einer geringen Härte große Lasten tragen, wenn die Zahl der Fasern in einem bestimmten Raume sehr groß ist, wie wir an Stricken und Seilen sehen. Umgekehrt tragen härtere Körper oft weniger als weichere; so reißt ein Eisendraht, der nur an einzelnen Stellen gehärtet ist, nach Reaumur's Versuchen an diesen Stellen zuerst, aber beim Härten dehnt sich der Stahl aus und kehrt nicht in seinen vorigen Raum zurück, wie Eisen, es enthält also der gehärtete Stahl in einem Querschnitte von gleicher Oberfläche weniger Fasern, als der ungehärtete, und es muß an der gehärteten Stelle eine Verrückung der Fasern Statt finden. Alles Uebrige gleich gesetzt, wird man nur sagen können, daß die absolute Festigkeit mit der Härte in geradem Verhältnisse stehe. Wenn auch Abweichungen von diesen Sätzen nicht selten vorkommen, so wird man doch im Allgemeinen sagen können, daß die weichen Körper eine geringere absolute Festigkeit haben, als die härteren.

## 5.

Respective Festigkeit nennen die Physiker den Widerstand, welchen ein Körper leistet, wenn eine Kraft unter einem rechten Winkel auf ihn wirkt, um seine Theile zu trennen. Wirkt die Kraft unter ei-



nem schiefen Winkel, so läßt sie sich in zwei andere zerlegen, wovon die eine senkrechte allein auf den Körper wirkt. Ein Körper, dessen respectiver Zusammenhang gering ist, heist zerbrechlich; die Mineralogen nennen den respectiven Zusammenhang die Zersprengbarkeit.

Die Gründe der Lehre von der respectiven Festigkeit haben wir dem großen Galilei zu danken. Es sey *ABCD* Fig. 5. Taf. I ein fester Körper, welchen eine Kraft *P* von *AC* zu trennen strebt. Sie wird die Linie *CD* in *C* nicht trennen, sondern vielmehr dieselbe um *C* zu drehen streben, welches aber eine Trennung der übrigen Theile in *AC* zur Folge hat. Man kann also *ACD* als einen Winkelhebel betrachten. Drückt man nun die Kraft des Zusammenhangs, welche den Punkt *A* in seiner Richtung zu erhalten strebt, durch die Linie *AB* aus, so wird sich diese Kraft in irgend einem andern Punkte von *AC* wie *E* durch eine mit *AB* parallele Linie wie *EF* ausdrücken lassen nach den Gesetzen des Hebels und weil  $AC : EC = AB : EF$ . Die ganze Kraft des respectiven Zusammenhangs in der Linie *AC* läßt sich also durch das Dreieck *ACB* ausdrücken. Man sieht aber leicht, daß der absolute Zusammenhang durch das Viereck *ACBD* ausgedrückt wird, weil er überall in der Linie *AC* gleich ist. Da nun das Dreieck *ACB* die Hälfte des Vierecks *ACBD* ist, so folgt, daß die respective Festigkeit die Hälfte der absoluten seyn müsse. Auf diese Weise leitet Galilei die respective Festigkeit von der absoluten her.

Die Wirkungen des Zusammenhangs sind wie die Schwere einander parallel, auch setzen wir sie gleich-

förmig; man kann also einen Mittelpunkt des Zusammenhangs, wie einen Schwerpunkt annehmen, in welchem man sich den ganzen absoluten Zusammenhang vereinigt denkt. Für die respective Festigkeit  $= R$  ist die absolute  $= C$ , wie an einem Winkelhebel zu betrachten, dessen einer Arm von dem Umdrehungspunkte zum Mittelpunkte des Zusammenhangs, der andere von demselben Umdrehungspunkte bis zur Stelle geht, wo die brechende Kraft  $P$  wirkt. Ist der Querschnitt eine regelmäßige Figur, der Mittelpunkt des Zusammenhangs in der Mitte derselben, und setzt man die Länge von dem Umdrehungspunkte bis zum Wirkungspunkte der Kraft, oder den einen Hebelarm  $= l$ , die Höhe des Querschnitts  $= h$ , also den andern Hebelarm  $= \frac{1}{2}h$ , so folgt  $R = \frac{Ch}{2l}$ . Ist ferner die Breite des Querschnitts  $= b$ , so wird  $C = bh$  und  $R = \frac{bh^2}{2l}$ . Es verhält sich also die respective Festigkeit zweier gleichartigen Körper, wie die Breite, wie das Quadrat der Höhe oder Dicke, und verkehrt wie die Länge.

Die Ableitung der respectiven Festigkeit, von der absoluten schien darum zweifelhaft, weil nicht auf die Zähigkeit der Körper Rücksicht genommen war, ohne welche sie selten angetroffen werden. Leibnitz suchte daher ein anderes Gesetz für die zähen Körper \*). Er nahm an, daß die verlängerten Fasern sich in geradem Verhältnisse ihrer Verlängerung zusammenzuziehen streben, und daß also  $AB, EF$  Fig. 5. Taf. I sowohl diese Verlängerungen als die Kräfte vorstellen, womit

\*) Act. Eruditor. a. 1684. p. 319.

sich die Fasern zusammenzuziehen streben. Das Verhältniß der Kräfte in  $AC$  ist folglich ein zusammengesetztes, ein Mal nach den Gesetzen des Winkelhebels, dann nach dem oben angeführten Gesetze der Zähigkeit, und es verhält sich der Widerstand in  $A$  zum Widerstande in  $E$  wie  $AB^2 = EF^2$ . Die Construction giebt nun statt der geraden Linie  $BC$  eine parabolische und statt des Dreiecks  $ACB$  einen parabolischen Raum  $ACB$ , welcher  $\frac{1}{3}$  des Vierecks  $ACB$  ist. Die respective Festigkeit ist folglich nur ein Drittel der absoluten. Aber es scheint mir hierin ein Fehlschluss zu liegen. So lange nämlich die trennende Kraft auf die Verlängerung der Faser wirkt, kann sie nicht anders als mittelbar durch diese Verlängerung auf den Zusammenhang in  $AC$  wirken. Sie wird nämlich durch das Bestreben der Faser, sich zusammenzuziehen, aufgehoben. Nur die Kraft, womit sich die verlängerten Fasern zusammenzuziehen und von  $AC$  zu entfernen streben, wirkt auf den Zusammenhang in  $AC$ . Nehmen wir nun für diese Kraft an, daß sich die Verlängerungen der Fasern verhalten wie die Kräfte, womit sie sich zusammenzuziehen streben, so kommen wir auf das einfache Galileische Gesetz zurück.

Der Grund, warum die respective Festigkeit der zähen Körper viel geringer ist, als die absolute, ergiebt sich bald. Zuerst werden nämlich die stark gespannten Fasern in  $AB$ , dann die weniger gespannten in  $EF$  zerrissen, und so mindert sich die Menge der zu trennenden Theile beständig, da hingegen für die absolute Festigkeit wenigstens vorausgesetzt wird, daß die Theile zugleich reißen. Wir müssen daher, um

eine Vergleichung zwischen der absoluten und respectiven Festigkeit zu finden, auf die Zeit Rücksicht nehmen, welche beim Ausdehnen und Zerreißen verfließt. Es sey die Zeit für die absolute Festigkeit  $t$ , so widersteht während derselben die ganze zu trennende Fläche, und die Fasern verlängern sich, bis sie auf einmal reißen. Das Viereck  $ABCD$  drückt den Widerstand der absoluten Festigkeit aus, wie wir oben gesehen haben, und setzt man  $AC = a$ ,  $AB = b$ , so ist derselbe  $= abt$ . Bei der respectiven Festigkeit widersteht im ersten Augenblicke das Dreieck  $ABC$  nach dem Galileischen Satze, im folgenden Augenblicke, nachdem  $AB$  zerrissen ist, ein etwas kleineres u. f. f. also überhaupt das veränderliche Dreieck  $EFU$ , worin wir  $UE = x$ ,  $EF = y$  setzen wollen. Der ganze Widerstand in der Zeit  $t$  ist also die Summe dieser Dreiecke, folglich  $= \int \frac{xy dt}{2}$ , oder da  $a : b = x : y = \int \frac{bx^2 dt}{2a}$ . Hier wird vorausgesetzt, daß die ganze Zeit des Zerreißens bei der absoluten und respectiven Festigkeit dieselbe sey, welches, genau genommen, nicht richtig ist, aber  $t$  ist überhaupt nur klein, so daß der Unterschied nur unbedeutend seyn kann. Nur muß noch eine Vergleichung zwischen  $x$  und  $t$  gefunden werden. Die einfachste Voraussetzung ist, daß sich  $t$  wie  $x$  verhalte, folglich der Widerstand abnehme, je mehr Fasern zerrissen werden. Wir können also, da es hier nur auf Verhältnisse ankommt,  $x$  statt  $t$  setzen. Dieses giebt für die respective Festigkeit den Widerstand integrirt  $= \frac{bx^3}{6a}$ , weil dieser Widerstand  $= 0$  für  $x = 0$ , folglich Const  $= 0$ . Die

Summe nähert sich unaufhörlich dem Zustande, wo  $x = a$ , und wird  $= \frac{ba^2}{6}$ . Für die absolute Festigkeit erhalten wir eben so  $ba^2$ , weil  $t$  sich verhält wie  $a$ , folglich ist die respective Festigkeit bei zähen Körpern, deren Fasern sich vor dem Zerreißen verlängern, wenn diese Fasern gleichförmig nach einander abreißen,  $\frac{1}{6}$  der absoluten.

Alle diese Theorien leiden aber Einschränkungen. Zuerst wird der Widerstand der respectiven Festigkeit vergrößert, oder die Wirkung der zerbrechenden Kraft vermindert, dadurch, daß beim Zerreißen die Kraft  $P$  mit dem Hebelarme  $CD$  nicht immer einen rechten Winkel macht. Ferner bleibt der Umdrehungspunkt des Hebels, wie schon Bernoulli erinnert hat, nicht immer in  $C$ , sondern fällt in einen andern Punkt zwischen  $C$  und  $A$ ; weil beim Zerbrechen der zähen Körper die untern Theile bei  $C$  zusammengedrückt werden. Dann wird auch nicht die ganze Fläche abgerissen, und wenn das Stück von  $AC$  über dem Umdrehungspunkte, oder der Hebelarm,  $e$  heisst, so wird in dem Ausdrücke für die respective Festigkeit nun  $\frac{e}{a}$  statt  $\alpha$  gesetzt werden müssen. Du Hamel \*) hat hierauf den Vorschlag gegründet, einen Keil so weit einzuschlagen, als die Fasern verdichtet werden, um den Hebelarm zu verlängern. Bei sehr zähen Körpern kann auch  $AB$  größer werden als  $AC$ , so daß die Fasern in einen Bogen gegen  $D$  herabgehen.

Nur Musschenbroeck hat, so viel ich weiß, das

\*) Mémoir. d. l'Acad. d. scienc. 1742. p. 455.

Verhältniß der respectiven Festigkeit zur absoluten durch Versuche in der oben angeführten Abhandlung geprüft. Nichtzähe Körper, wie Glas, verhielten sich, nach Galilei's Gesetz, zähe, z. B. Holz, wichen sehr davon ab und gaben sehr verschiedene Resultate. Meissens war die respective Festigkeit viel geringer, als sie nach der Leibnitzischen Berechnung seyn sollte, und sank bis auf  $\frac{1}{15}$  der absoluten; welches zeigt, daß die obige Berechnung der Natur viel näher kommt. Indessen wird wohl niemand die respective Festigkeit von der absoluten ableiten wollen, da die Versuche über die letztere viel schwieriger sind. Eben so wenig wird es darauf ankommen, die absolute Festigkeit aus der respectiven abzuleiten, da mit der Bestimmung der erstern, wie wir oben gesehen haben, nicht viel bestimmt ist.

Wichtiger ist es für die Ausübung von dem Zerbrechen eines Körpers auf das Zerbrechen eines andern gleichartigen, nur von andern Dimensionen, schliessen zu können. Musschenbroeck's Versuche stimmten mit der Rechnung sehr überein, wenn die Körper nicht zähe waren, wie z. B. Glas; Holz wich schon mehr ab. Nach Buffon's Untersuchungen über die Festigkeit des Holzes \*) sind die oben gegebenen Verhältnisse für die Hölzer bei kurzen Balken nicht zutreffend, sondern der Widerstand derselben ist stärker, als er der Rechnung nach seyn sollte. Umgekehrt weicht die Regel für die Breite und Dicke bei langen Balken mehr von der Erfahrung ab, als bei kurzen. Doch meint Buffon, daß sich die Regel mit den ge-

\*) Mémoir. de l'Acad. d. scienc. p. 1740. 1741.

hörigen Modificationen wohl brauchen lasse. Der Bau des Holzes hat das Eigenthümliche, daß hier und da Schichten von Zellgewebe das Holz durchsetzen, welche auf die absolute Festigkeit nur einen geringen, auf die respective hingegen einen größern Einfluß haben könnten. Metalle werden auch hier wohl verhältnißmäßig in dünnern Stangen mehr Widerstand leisten, wie es in dem Versuche über die absolute Festigkeit der Fall war.

Die Härte, das Maas der Festigkeit, kommt mit der Zersprengbarkeit gar nicht überein, eben so wie wir dieses bei der absoluten Festigkeit sahen. Der Diamant, der härteste Stein, ist nicht schwer zu zersprengen, der brasilianische Topas, ebenfalls ein sehr harter Stein, ist sehr leicht zu zersprengen, und der Meer schaum, der sich leicht mit einem Messer ritzen und schaben läßt, ist sehr schwer zu zersprengen. Aber der letzte besteht aus vielen nach allen Richtungen gekehrten Theilchen, die ersten Körper haben regelmäßig geordnete, nach einer oder der andern Richtung liegende Theilchen, welche sehr hart seyn können, ohne dem Ganzen eine bedeutende Festigkeit zu geben.

## 6.

Einige Naturforscher nennen relative Festigkeit den Widerstand, welchen ein Körper leistet, wenn zwei Kräfte seine Theile in einer geraden Linie gegen einander zu bewegen streben. Drei Veränderungen können hierbei Statt finden. Entweder die Theile lassen sich zusammendrücken, ohne ihre Lage dabei zu verändern, das heißt, ohne ihre Berührungspunkte zu vertauschen, oder sie ändern ihre Lage dabei, oder sie entfernen sich von einander. Im ersten Falle nen-

nen wir die Körper bloß elastisch, im zweiten geschmeidig, im dritten spröde oder brüchig. Spröde heißt eigentlich, wenn der Riß sich weiter verbreitet, als die trennende Gewalt eindrang.

Wir wollen uns wieder, wie bei der absoluten Festigkeit, Fasern vorstellen, welche durch den ganzen Körper gehen; wie sie sich immer denken lassen, wenn auch der Körper nicht fasrig ist. Die erste Wirkung auf den Körper ist das Zusammendrücken, und es fängt auch nach Pictet's Versuchen mit Stabeisen (s. oben) sogleich an. Hierbei werden die Theile seitwärts erweitert und drücken auf die anliegenden Fasern, üben also einen Seitendruck aus. Dieses wird noch mehr der Fall seyn, wenn die Faser nicht ununterbrochen fortgeht, also wie eine krumme Faser zu betrachten ist. Der erste Erfolg eines relativen Druckes, wie wir ihn nennen mögen, ist also eine Zusammendrückung der Theile, die zweite eine Biegung der Fasern. Was den ersten Erfolg betrifft, so ist der Sprachgebrauch schwankend: wir nennen sehr elastisch einen Körper, der sich leicht zusammendrücken läßt, und eben so einen Körper, der große Wirkungen durch die Elasticität hervorzubringen vermag, ungeachtet ein solcher gerade dem Zusammendrücken einen großen Widerstand entgegenzusetzen muß. Ich würde die Körper, welche sich leicht zusammendrücken lassen, sehr elastisch und umgekehrt wenig elastisch nennen, diejenigen, welche einen starken Widerstand entgegensetzen, stark und umgekehrt schwach elastisch. Ein schwach, aber sehr elastischer Körper kann nicht brüchig seyn, weil die Theile beim Druck ihre Gestalt ändern, aber nicht ihren Zusammenhang. Was den zweiten Erfolg betrifft, so kommt alles auf das zurück, was oben von der Biegsamkeit ist gesagt worden. Es wird daraus erhellen, warum die harten Körper zugleich spröde oder brüchig sind, die weichen geschmeidig. Doch wird es immer schwierig bleiben, die Erfolge hier genau zu bestimmen, weil Härte oder Zusammenhang, Biegsamkeit und Elasticität hier zusammenwirken, um die Sache wenigstens für die Berechnung sehr verwickelt zu machen, wenn sie auch in Rücksicht auf die Theorie klar seyn sollte.



## III.

*Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden  
und täglich in regelmäßigen Perioden geschehenden  
Veränderungen der Erdatmosphäre;*

von

G. G. HÄLLSTRÖM.

(Fortsetzung.)

V. Simonoff's Barometerbeobachtungen, zu  
Otaheiti unter  $17^{\circ} 29'$  südl. Breite und  $151^{\circ} 50'$  westl.  
Länge von Paris, sieben Tage hindurch angestellt, ge-  
ben folgendes Resultat:

$$B(t) = 764^{\text{mm}},556 + 0,33762 \sin(t, 15^{\circ} + 141^{\circ} 21') \\ + 0,83155 (\sin t, 30^{\circ} + 169^{\circ} 25')$$

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	764,742	764,928	+ 0,186	XII	764,615	764,489	- 0,126
I	4,234	4,415	+ 0,181	XIII	4,336	4,744	- 0,162
II	3,777	3,975	+ 0,198	XIV	4,082	3,873	- 0,209
III	3,752	3,701	- 0,051	XV	3,650	3,776	+ 0,126
IV	3,752	3,649	- 0,103	XVI	3,878	3,894	+ 0,016
V	4,082	3,815	- 0,267	XVII	4,056	4,215	+ 0,159
VI	4,183	4,139	- 0,044	XVIII	4,564	4,667	+ 0,103
VII	4,488	4,523	+ 0,035	XIX	4,996	5,141	+ 0,145
VIII	4,716	4,853	+ 0,137	XX	5,681	5,521	- 0,160
IX	4,996	5,038	+ 0,042	XXI	5,909	5,709	- 0,200
X	4,945	5,036	+ 0,091	XXII	5,732	5,654	- 0,078
XI	4,666	4,825	+ 0,159	XXIII	5,504	5,369	- 0,135

Diese Bestimmungen sieht man in Fig. 5. Taf. II  
graphisch dargestellt. Die Gleichung:

$$o = 0,33762 \cos(t, 15^{\circ} + 141^{\circ} 21') + 1,66310 \cos(t, 30^{\circ} + 169^{\circ} 25')$$

bestimmt die Zeit für den höchsten und niedrigsten Barometerstand folgendermaßen:

Minim. bei  $t = 14,961 = 21.57'.7$  Vormitt. u.  $B(t) = 763^{mm}.776$

Maxim. -  $t = 21,222 = 9.13'.3$  - - -  $= 765,719$

Minim. -  $t = 3,723 = 3.43'.4$  Nachmitt.  $= 763,640$

Maxim. -  $t = 9,548 = 9.32'.9$  - - -  $= 765,056$

Nach einer Angabe im Edinb. Journ. of Science by Dr. Brewster No. II. Octob. 1824. p. 374 hat Simonoff aus 4316 Beobachtungen im stillen Meere und auf Otaheiti, den Schluß gezogen, daß der niedrigste Barometerstand daselbst bei 3t 18' Vormittags und 5t 24' Nachmittags eintrete, so wie der höchste Stand bei 9t 24' Vormittags und 9t 30' Nachmittags.

VI. Balfour's Barometerbeobachtungen in Calcutta unter  $22^{\circ} 35'$  nördl. Breite und  $86^{\circ} 9'$  östl. Länge von Paris sind das Resultat von 30 Tagen. Darin sind einige fehlende Angaben durch Interpolation ausgefüllt und von den zu den Stunden 0 und XII beobachteten Ständen das Mittel genommen, weil sie einzeln sich nicht zur Continuität mit den übrigen fügen, wohl aber gemeinschaftlich in den Zusammenhang passen.

$$B(t) = 758^{mm}.876 + 0,55078 \sin(t \cdot 15^{\circ} + 144^{\circ} 24') \\ + 0,76893 \cos(t \cdot 30^{\circ} + 147^{\circ} 7')$$

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	759,610	759,614	+0,004	XII	758,797	758,973	+0,176
I	9,229	9,108	-0,121	XIII	8,620	8,721	+0,101
II	8,391	8,579	+0,188	XIV	8,569	8,472	-0,097
III	8,112	8,140	+0,028	XV	8,492	8,320	-0,172
IV	7,908	7,880	-0,028	XVI	8,467	8,335	-0,132
V	7,934	7,842	-0,092	XVII	8,442	8,541	+0,099
VI	8,010	8,010	0	XVIII	8,697	8,845	+0,149
VII	8,086	8,301	+0,215	XIX	9,153	9,353	+0,200
VIII	8,543	8,678	+0,135	XX	9,890	9,774	-0,116
IX	9,229	8,978	-0,251	XXI *)	760,118	760,065	-0,053
X	9,331	9,142	-0,189	XXII	0,104	0,145	-0,049
XI	9,102	9,135	+0,033	XXIII	0,093	759,986	-0,107

wonach die Fig. 6. Taf. II errichtet ist. Die Gleichung:

$$0 = 0,55078 \cos(t. 15^\circ + 144^\circ 24') + 1,53786 \cos(t. 30^\circ + 147^\circ 7')$$

bestimmt die Zeiten des höchsten und niedrigsten Barometerstandes folgendesmaßen:

Minim. bei  $t = 15,424 = 3^h.25'.4$  Vormitt. u.  $B(t) = 758^{\text{mm}},301$

Maxim. -  $t = 21,839 = 9.50,3$  - - - =  $760,149$

Minim. -  $t = 4,669 = 4.40,1$  Nachmitt. =  $757,834$

Maxim. -  $t = 10,452 = 10.27,1$  - - - =  $759,160$

VII. Chiminello's Barometerbeobachtungen zu Padua unter  $45^\circ 24'$  nördlicher Breite aus  $9^\circ 52'$  östl. Länge von Paris, 20 Tage hindurch aufgezeichnet; geben:

$$B(t) = 758^{\text{mm}},680 + 0,13446 \sin(t. 15^\circ + 167^\circ 11') \\ + 0,26735 \sin(t. 30^\circ + 136^\circ 3')$$

\*) Für IX und X Uhr Vormittags am 14. April 1794 ist angegeben, daß der Barometerstand 29,30 engl. Zoll gewesen sey: der Zusammenhang mit den vorhergehenden und nachfolgenden Ständen zeigt aber, daß er 30,00 engl. Zoll gewesen seyn muß. Der Irrthum, welcher hier berichtigt worden ist, rührt daher, daß durch einen Druckfehler .30 statt 30. steht.

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	758,876	758,895	+0,019	XII	758,834	758,835	+0,001
I	8,736	8,739	+0,003	XIII	8,721	8,749	+0,028
II	8,538	8,566	+0,028	XIV	8,654	8,645	-0,009
III	8,397	8,416	+0,019	XV	8,608	8,559	-0,049
IV	8,313	8,322	+0,009	XVI	8,566	8,519	-0,047
V	8,299	8,304	+0,005	XVII	8,566	8,542	-0,024
VI	8,341	8,363	+0,022	XVIII	8,608	8,625	+0,017
VII	8,481	8,481	0	XIX	8,707	8,749	+0,042
VIII	8,665	8,625	-0,040	XX	8,834	8,882	+0,048
IX	8,806	8,758	-0,048	XXI	8,975	8,986	+0,011
X	8,848	8,848	0	XXII	9,073	9,031	-0,042
XI	8,876	8,874	-0,002	XXIII	8,988	8,999	+0,011

Die berechneten Werthe find in Fig. 7. Taf. II graphisch dargestellt. Die Zeiten des höchsten und niedrigsten Barometerstandes bestimmt die Gleichung:

$$0 = 0,13446 \cos(t \cdot 15^\circ + 167^\circ 11') + 0,53470 \cos(t \cdot 30^\circ + 136^\circ 3')$$

folgendermaßen:

$$\text{Minim. bei } t = 16,152 = 4^h 9',1 \text{ Vormitt. u. } B^{(0)} = 758^{mm},518$$

$$\text{Maxim. - } t = 22,102 = 10^h 6',1 \text{ - - - } = 759,031$$

$$\text{Minim. - } t = 4,720 = 4^h 43',2 \text{ Nachmitt. } = 758,301$$

$$\text{Maxim. - } t = 10,887 = 10^h 53',2 \text{ - - - } = 758,875$$

VIII. v. Yelin's Barometerbeobachtungen in München, unter  $48^\circ 8'$  nördl. Breite und  $9^\circ 16'$  östl. Länge von Paris; 222 Tage hindurch angestellt \*), geben:

$$B^{(0)} = 718^{mm},411 + 0,11672 \sin(t \cdot 15^\circ + 298^\circ) \\ + 0,29222 \sin(t \cdot 30^\circ + 137^\circ 12')$$

\*) v. Yelin selbst ist der Meinung, daß die Beobachtungen im August 1819, als ganz anomale, von der Rechnung ausgeschlossen werden können und müssen. Weil aber diese Anomalien nur durch mehrere Druckfehler entstanden sind, und ich diese berichtet, wie auch durch Interpolation die Lücken in den

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	718,488	718,506	+0,018	XII	718,680	718,713	+0,033
I	330	391	+0,061	XIII	550	561	+0,011
II	195	243	+0,068	XIV	400	386	-0,014
III	105	162	+0,057	XV	230	231	-0,049
IV	127	129	+0,002	XVI	180	137	-0,043
V	218	158	-0,060	XVII	120	106	+0,014
VI	368	267	-0,101	XVIII	127	158	+0,031
VII	443	426	-0,017	XIX	172	267	+0,095
VIII	511	596	+0,085	XX	285	398	+0,113
IX	714	737	+0,023	XXI	578	514	-0,064
X	827	806	-0,021	XXII	714	573	-0,141
XI	804	804	0	XXIII	646	577	-0,069

Die berechneten Werthe geben die graphische Darstellung, welche Fig. 8. Taf. II zeigt, und die Gleichung:

$$o = 0,11672 \cos(t. 15^\circ + 298^\circ) + 0,58444 \cos(t. 30^\circ + 137^\circ 12')$$

bestimmen die Zeiten für den niedrigsten und höchsten Barometerstand folgendermaßen:

Minim. bei  $t = 16,805 = 4. 48,3$  Vormitt. u.  $B(0) = 718^{mm}, 104$

Maxim. -  $t = 22,459 = 10. 27,5$  - - -  $= 718,587$

Minim. -  $t = 4,043 = 4. 2,6$  Nachmitt.  $= 718,122$

Maxim. -  $t = 10,400 = 10. 24,0$  - - -  $= 718,820$

Die bisher hier angeführten Bestimmungen sind nach Ordnung der wachsenden Breiten zusammengestellt. Aus diesem Grunde ist es hier am Ort, die Re-

Beobachtungen ausgefüllt habe, so sind auch die Beobachtungen des genannten Monats als ganz tauglich angewandt worden (vergl. v. Yelin's zuvor citirte Schrift S. 60 Anmerk.). Dabei muß zur Erläuterung gesagt werden, daß für die Nachtstunden die Beobachtungen fehlen, und diese Lücke von mir durch Interpolation ausgefüllt worden ist. Diese Werthe weichen weniger von den berechneten ab, als ein Theil der beobachteten.

sultate anzugeben, welche die zu *Paris* um 9 und 12 Uhr Vormittags und um 3 und 9 Uhr Nachmittags (f. *Annales de Chimie et de Physique* par Gay-Lussac et Arago), sowie die zu *Halle* täglich um 8 und 12 Uhr Vormittags und um 2, um 6 und um 10 Uhr Nachmittags (f. Poggendorff's *Annalen der Physik und Chemie*) angestellten Barometerbeobachtungen liefern. Aber leider sind an beiden Orten so wenige Beobachtungszeiten gebraucht und sie so gewählt, daß ich diese, obgleich mit Mühe gesammelten Beobachtungen, zu obigem Zwecke nicht anders anwenden kann, als nach einer bedeutenden Interpolation, wobei es darauf ankommt, wie diese am schicklichsten zu finden ist. Indefs verdient das auf diese Art entstehende Resultat doch aufgesucht zu werden, wenn gleich man leicht einfielt, daß die Wahrscheinlichkeit, sich durch dasselbe der Wahrheit genähert zu haben, geringer seyn muß, als wenn man mehrere directe Beobachtungen hätte gebrauchen können. Aus diesem Gesichtspunkte hat man die beiden folgenden Bestimmungen zu betrachten.

IX. Die Barometerbeobachtungen in *Paris*, unter  $48^{\circ} 50'$  nördl. Breite, täglich zu den eben genannten Stunden aufgezeichnet, acht Jahre (1816 — 1824) \*) hindurch angestellt, geben approximativ:

$$B^0 = 755^{\text{mm}}.376 + 0.1631 \sin(t.15^{\circ} + 166^{\circ} 10') \\ + 0.2984 \sin(t.30^{\circ} + 148^{\circ} 32')$$

\*) Es fehlen mir noch die Beobachtungen vom Julius bis December 1823, aber die vom Januar bis August 1824 besitze ich wieder. Von den Angaben für Jan. bis Jun. 1823 und die für Jan. bis Aug. 1824 habe ich das Mittel besonders berechnet und dassel-

Zeit	Barometerstand		Unter- schied	Zeit	Barometerstand		Unter- schied
	beob- achtet	berech- net			beob- achtet	berech- net	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	755,550	755,571	+0,021	XII	755,507	755,491	-0,014
I		5,372		XIII		5,387	
II		5,188		XIV		5,279	
III	5,045	5,037	-0,008	XV	5,204	5,200	+0,002
IV		4,960		XVI		5,195	
V		4,971		XVII		5,257	
VI	5,069	5,062	-0,007	XVIII	5,365	5,379	+0,014
VII		5,205		XIX		5,532	
VIII		5,362		XX		5,675	
IX	5,474	5,491	+0,017	XXI	5,793	5,770	-0,023
X		5,561		XXII		5,787	
IX		5,559		XXIII		5,717	

Die berechneten Werthe sind in Fig. 9. Taf. II graphisch dargestellt und geben zur Bestimmung der Zeit des Eintritts der Maxima und Minima folgende Gleichung:

$$\alpha = 0,1631 \cos(t. 15^\circ + 166^\circ 10') + 0,5968 \cos(t. 30^\circ + 148^\circ 32')$$

mit welcher man findet:

Minim. bei  $t = 15,649 = 3^h. 38',9$  Vormitt. n.  $B(0) = 755^{\text{mm}}, 191$

Maxim. -  $t = 21,735 = 9. 44,1$  - - - - -  $= 755,791$

Minim. -  $t = 4,380 = 4. 22,8$  Nachmitt. - - - - -  $= 754,954$

Maxim. -  $t = 10,468 = 10. 28,1$  - - - - -  $= 755,570$

Man sieht, daß diese Berechnung über das Verhalten des Barometers in Paris sich auf 8 Werthe gründet, von denen nur vier das Resultat directer Berechnungen sind, die übrigen vier aber durch eine ungefähre Interpolation gefunden sind. Da die letztgenannten weniger abweichen von denen, welche die

be in Verbindung mit den jährlichen Mitteln von 1816 — 1824 gebraucht. Die mit einem Kolon (:) bezeichneten Werthe sind durch praeliminäre Interpolation gefunden und wurden bei der Rechnung zur Bestimmung der Coëfficienten gebraucht.

Formel giebt, als eine von den durch Beobachtung gefundenen Bestimmungen, und der Unterschied im Allgemeinen sowohl in Plus als in Minus höchstens nur  $\frac{1}{30}$  Millimeter beträgt; so hat man Grund, die hier für das Barometer-Verhalten in Paris gefundene Gleichung als genügend zu betrachten. Da indess die directen Beobachtungen sich nicht auf die Nacht erstrecken, und folglich das Maximum und Minimum in derselben größtentheils auf den supponirten Werthen beruht, so ist möglicherweise das Verhältniß in der Nacht doch etwas anders, als es durch diese Gleichung bestimmt wird; deshalb kann man nicht umhin, zu wünschen, daß die Beobachtungszeiten in Zukunft vermehrt werden, um so die Zweifel zu heben, mit denen noch das für diesen Ort gefundene Resultat be-  
lastet bleibt. Und da man diesen Wunsch kaum auf die Beobachtung um 3 Uhr Morgens ausdehnen kann, so muß man statt dessen wünschen, daß man in Zukunft den Barometerstand um 6 Uhr Morgens und Abends und um 12 Uhr Mitternachts aufzeichne; diese Beobachtungen werden meist hinlänglich seyn, um die Luftoscillationen in Paris genau kennen zu lehren.

X. Winckler's Barometerbeobachtungen in Halle, unter  $51^{\circ} 29'$  nördl. Breite, täglich um 8 Uhr Morgens, um 12 Mittags und um 2, um 6 und um 10 Uhr Abends, 44 Monate hindurch vom J. 1820 bis 1825 \*) angestellt, geben folgende Gleichung:

$$B(t) = 754^{\text{mm}}, 158 + 0,1384 \sin(t. 15^{\circ} + 261^{\circ} 24')$$

$$+ 0,3793 \sin(t. 30^{\circ} + 136^{\circ} 9')$$

\*) Es fehlen mir die Angaben für Mai 1822 und Junius bis Aug.

1823.



welche die Barometerhöhe für die einzelnen Stunden folgendermaßen bestimmt:

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter		mm		Millimeter		mm
Mittag	754,280	754,284	+0,004	XII	754,550	754,557	+0,007
I		4,111		XIII		4,376	
II	3,932	3,916	-0,016	XIV		4,181	
III	3,794	3,773	-0,021	XV	3,987	3,996	+0,009
IV		3,704		XVI		3,876	
V		3,738		XVII		3,849	
VI	3,846	3,875	+0,029	XVIII	3,933	3,916	-0,017
VII		4,083		XIX		4,052	
VIII		4,314		XX	4,299	4,213	-0,086
IX	4,537	4,514	-0,023	XXI	4,338	4,349	+0,011
X	4,626	4,634	+0,008	XXII		4,418	
XI		4,649		XXIII		4,396	

In Fig. 10. Taf. II sind die berechneten Werthe graphisch dargestellt; die Zeiten für den Eintritt der größten und kleinsten Barometerhöhen bestimmt folgende Gleichung:

$$0 = 0,1384 \cos(t \cdot 15^\circ + 261^\circ 24') + 0,7586 \cos(t \cdot 30^\circ + 136^\circ 9')$$

welche giebt:

Minim. bei  $t = 16,774 = 4^h 46',4$  Vormitt. u.  $H(0) = 753^m 847$

Maxim. -  $t = 22,267 = 10.16,0$  -  $H(0) = 754,419$

Minim. -  $t = 4,179 = 4.10,7$  Nachmitt. -  $H(0) = 753,702$

Maxim. -  $t = 10,633 = 10.38,0$  -  $H(0) = 754,657$

Weil die Coefficienten in der hier gebrauchten Function durch die Methode der kleinsten Quadrate nicht anders bestimmt werden können, als mit Hilfe von aequidistanten Werthen, so ist klar, daß die Hall'schen Beobachtungen sich nicht geradezu zu diesem Behufe eignen. Ich bin deshalb veranlaßt worden, die gegebenen Beobachtungsgrößen zuerst graphisch zu construiren, um durch eine solche Interp

lation die nöthigen Werthe zu finden, nämlich die für 3, 9, 15, 18 und 21 Uhr; mit diesen und den für 6 und 6 Uhr direct gegebenen Werthen wurde eine Gleichung berechnet, welche hernach die Fehler der interpolirten Werthe bestimmte. Die letzteren Werthe wurden wieder durch ihre Fehler corrigirt und mit den verbesserten Werthen, die in obiger Tafel mit (:) bezeichnet sind, eine neue Berechnung angestellt, da dann die Gleichung entstand, die hier vorhin angeführt wurde. Die Abweichung der berechneten Werthe von jenen, welche mehr oder weniger direct zur Bestimmung der Coëfficienten beigetragen haben, ist hier zur Genüge klein, mit Ausnahme bei der Stunde 20 oder 8 Uhr Vormittags, wo der Unterschied fast bis zu  $\frac{1}{10}$  Millimeter geht. Ob ein so großer Fehler in dem Resultate der Beobachtung für die genannte Stunde liegt, oder ob es den Coëfficienten der Gleichung zugeschrieben werden muß, kann ich gegenwärtig nicht angeben. Die von mir gemachten Versuche, diese Coëfficienten andere zu bestimmen, haben wohl gleichmäßiger vertheilte Unterschiede zwischen den gegebenen und berechneten Werthen geliefert, aber auch zugleich solche, daß die Summe der Quadrate der Fehler größer wurde, als sie die hier angeführte Gleichung giebt, weshalb auch die letztere die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Wie es hiermit auch seyn mag, so bleibt doch zu wünschen, daß künftig in Halle zweckmäßigere Zeiten zu den Beobachtungen gewählt werden mögen.

Wenn man auch gern zugiebt, daß das in Frage stehende Luftoscillations-Phänomen interessanter wird,

je näher man dem Aequator kommt, weil es dann sich deutlicher zeigt, so ist es doch für die Wissenschaft eben so wichtig, auszumachen, welche Beschaffenheit es unter höheren Breiten besitzt; auch dürfte jeder Beitrag zur näheren Kenntniß dieses Phänomens um so mehr Aufmerksamkeit verdienen, je grössere Anstrengungen dazu erforderlich und je entscheidender und sicherer die Resultate sind. Um zu diesem Zweck in meinem abgelegenen Wohnorte mitzuwirken, habe ich seit dem 1. Mai 1821, täglich zu jeder Stunde von 7 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends den Stand des Barometers und eines daneben hängenden Thermometers beobachtet und aufgezeichnet \*), und bin darin bis zu gegenwärtiger Zeit, mit Ausschluss einiger wenigen Tage, fortgefahren. Und da ich solchergestalt schon jetzt (am 31. Dec. 1825) für  $4\frac{3}{4}$  Jahre, oder genauer für 1663 Tage, fortlaufende Beobachtungen be-

\*) Ich wurde, im Junius des vorhergehenden Jahres durch Hrn. OberFinanzRath und Ritter v. Yelin in München zur Anstellung dieser Beobachtungen aufgefordert und nahm damals die von demselben angegebenen Beobachtungen zum Muster. In Uebereinstimmung mit diesen zeichnete ich vom 1. Jul. 1820 neben den Barometerstand nur für jeden Tag die mittlere Wärme des Gemaches auf, in welchem das Barometer hing. Da ich aber einige Monate später nachdachte, in wie weit man diese Beobachtungen gebrauchen könnte, fand ich, daß sie, ohne die Temperatur des Zimmers für jede Stunde zu kennen, durchaus unzulänglich seyn würden, im Fall die Wärmewirkungen die Aenderungen überstiegen, welche ich ausmitteln wollte. Ich hielt es deshalb für nöthig, das bisher Gesammelte zu verwerfen, und verlor solchergestalt die stündlichen Beobachtungen von 10 Monaten, die ich hier nicht mit aufnehmen konnte.

sitze, die also 28271 Barometer- und eben so viele Thermometerstände enthalten; so habe ich geglaubt, versuchen zu müssen, aus dieser Menge von Ziffern (die sich etwa auf 170000 beläuft) ein brauchbares Resultat abzuleiten.

Sich mit einer grossen Sammlung von Ziffern zu befassen, hat nur für wenige Leser Interesse. Aus diesem Grunde würde es am zweckmässigsten seyn, hier nur ganz kurz das aus ihnen abgeleitete Endresultat anzugeben. Da aber nur wenige Schriftsteller auf ein so allgemeines Vertrauen Anspruch machen können, daß man ihre Angaben ohne weiteres annehmen darf, so habe ich es hinsichtlich des von mir behandelten Gegenstandes für nöthig gehalten, das ganze Detail zu dem Resultate ausführlich anzugeben, damit ein jeder zu prüfen vermag, welches Vertrauen es verdient, und, möglicherweise in Zukunft eine Verbesserung daran anbringen kann. Wenn auch die Originalbeobachtungen \*) in Ausführlichkeit hier keinen Platz finden, und selbst nicht einmal die Summen für die Monate aufgenommen werden konnten, bei welchen letzteren man hätte doch schon annehmen müssen, daß die Reduction von der mittleren stündlichen Wärme eines jeden Monats auf  $10^{\circ}$  C. \*\*) geschehen sey; so wird doch das übrige,

\*) Sie werden, den Physikern künftiger Zeiten zu Nutzen, auf der Universitäts-Bibliothek zu Åbo aufbewahrt werden.

\*\*) Diese Wärme habe ich lieber als eine andere aus dem Grunde gewählt, weil sie hier im Norden die gewöhnlichste in den Wohnzimmern ist und genau oder nahe bei dieser Temperatur beobachtet wurde.

hier angeführte, Detail zur Beurtheilung hinreichend seyn.

Was die genannte Reduction auf  $+20^{\circ}$  C. betrifft, so habe ich für die Ausdehnung des Quecksilbers den von Dulong und Petit gegebenen Coëfficienten  $\frac{1}{5550}$  gebraucht, so dafs, wenn  $B$  die bei der Temperatur  $20 + g$  beobachtete Barometerhöhe bezeichnet, und die Skale auf Holz befestigt ist, die auf  $20^{\circ}$  C. reducirte Barometerhöhe seyn wird:

$$= B \cdot \frac{5550}{5550 + g} = B \left( 1 - \frac{g}{5550} \right) = B - 0,00018 Bg$$

Weil nun mein Barometer in schwedische Decimalzolle eingetheilt ist, die mittlere Barometerhöhe 25,6 Dec.Zoll beträgt, und die Abweichungen von dieser nach jeder Seite selten einen Zoll übersteigen, so kann die auf  $+20^{\circ}$  C. reducirte Barometerhöhe angenommen werden  $= B - 0,00018 \cdot 25,6 \cdot g = B - 0,0046 \cdot g$ . Der Fehler dieses Werthes, wenn  $g$  bei diesen Beobachtungen wie gewöhnlich unter  $4^{\circ}$  ist, steigt nicht bis auf 0,001 Dec.Zoll, das Wenigste, was noch an diesem Barometer beobachtet werden kann. Zum leichteren Gebrauch habe ich danach eine kleine Correctionstafel entworfen, welche auch zum Nutzen derjenigen, die ein dem meinigen gleiches Instrument beobachten, hier angeführt werden mag. Wenn nämlich  $c$  die Correctionsgröfse in Schwedischen Decimalzollen ist, welche zu der, in demselben Mafse angegebenen, Barometerhöhe hinzugefügt werden mufs um diese von  $20 + g$  Wärme auf  $20^{\circ}$  C. zu reduciren, so wird die Tafel mit dem Argument  $g$  folgende:

$\pm g$	$\mp a$	$\pm g$	$\mp c$	$\pm g$	$\mp e$
1°	0,0046	0°,1	0,0005	0°,01	0,0000
2	0,0092	2	09	2	1
3	0,0138	3	14	3	1
4	0,0184	4	18	4	2
5	0,0230	5	23	5	2
6	0,0276	6	28	6	3
7	0,0322	7	32	7	3
8	0,0368	8	37	8	4
9	0,0414	9	41	9	4
10	0,0460	1,0	46	0,10	5

und da  $c$  eine GröÙe ist von nur einer Dimension, proportional mit  $g$ , so ist durchaus einerlei, ob entweder damit jede besondere Beobachtung oder die Mittelzahl aus ihnen allen corrigirt wird. Der gröÙeren Bequemlichkeit wegen habe ich den letzteren Weg gewählt.

Ein Einwurf gegen diese Beobachtungen und ihre Anwendbarkeit, der sich leicht von selbst einstellt und deshalb erwähnt zu werden verdient, beruht darauf, daß die Beobachtungen schwerlich von Lücken haben frei gehalten werden können und diese Lücken, wo sie sich finden, die Brauchbarkeit der wirklich vorhandenen Beobachtungen vermindern müssen. Es ist von selbst klar, daß eine Person nicht täglich zu allen Stunden 4½ Jahre hindurch ununterbrochen bei ihrem Barometer stehen könne. Lücken mußten also entstehen, und wo sie sind, haben sie einen Einfluß auf die gesuchten Mittelhöhen. Aber man muß bemerken, daß sie durch eine solche graphische Interpolation ausgefüllt worden sind, daß ich selten über die bei directer Beobachtung vorkommenden kleinsten GröÙen ungewiß bin. Ich befürchte deshalb von diesen interpolirten Werthen keine nachtheil-

lige Wirkung und sie sind auch in den Originalbeobachtungen besonders bezeichnet, damit man sie, wenn es erforderlich ist, näher controliren kann. Eben so zeigt die weiterhin angeführte Rechnung, daß das Resultat für die Stunden, wo die Interpolationen am häufigsten vorkommen, nämlich um 12 Uhr Mittags, um 6 und um 7 Uhr Abends, fast am wenigsten von der allgemeinen Regel abweicht, während die Abweichungen bei 1 Uhr Nachmittags, wo die directen Beobachtungen sehr selten gefehlt haben, am größten sind.

Das Instrument, mit dem diese Beobachtungen gemacht worden, ist ein von Hasselström in Stockholm vor ungefähr 40 Jahren verfertigtes Gefäßbarometer, dessen Nonius  $\frac{1}{10}$  Linie zeigt, an dem aber ein geübtes Auge noch  $\frac{1}{30}$  Linie schätzen kann. Die Correction, welche die Angaben dieses Instrumentes wegen der Capillarität in der Röhre und dem Gefäße nöthig haben, so wie wegen möglicher Neigung des Spiegels, der zur richtigen Stellung des Auges hinter dem Nonius angebracht ist, habe ich mit Hülfe eines von Rospini in Petersburg verfertigten Heberbarometers sehr umständlich auszumitteln gesucht. Am letzteren war wiederum sowohl der Nullpunkt als die Theilung genau corrigirt nach einem von Fortin in Paris verfertigten Meter-Maß von Messing, dessen absolute Länge durch einen von Arago angestellten Vergleich ausgemittelt war, und dessen Theilungsfehler ich besonders bestimmt hatte. Nach diesem Maße sind nun alle Abtheilungen am Rospinischen Heberbarometer, welche englische Zolle und, mit Hülfe des Nonius,  $\frac{1}{100}$  derselben angeben,

direct in französisches Maß verwandelt. Außerdem habe ich bloß zu diesem Behufe beide Barometer besonders verglichen. Das Barometer stand zwischen 25,6 und 25,7 schwed. Dec. Zoll, zwischen welchen Grenzen das in Frage stehende Endresultat enthalten ist. Ich fand nämlich folgende gleichzeitige Barometerstände:

Hasselström schwed. Dec. Zoll	Rospini engl. Zoll	Hasselström schwed. Dec. Zoll	Rospini engl. Zoll
25,600	29,867	25,650	29,937
605	887	653	930
608	890	657	935
610	896	660	918
615	900	663	950
616	857	667	930
620	879	670	950
625	910	678	945
630	910	688	980
635	916	696	964

Wenn man diese Angaben unter die Form bringt:

$$29,8 \text{ engl. Zoll} + m = 25,6 \text{ schwed. Zoll} + a + bx$$

und nach der Methode der kleinsten Quadrate die Berechnung anstellt, so findet man:

$$a = 0,060175 \quad b = 1,30318 \quad \text{und}$$

$$m = 0,060175 + 1,30318 (B - 25,6)$$

wo  $B$  der Stand des Barometers von Hasselström ist in schwed. Zöllen. Wenn also  $B$  gegeben ist, wird der entsprechende Stand des Heberbarometers

$$= 29,8602 + 1,30318 (B - 25,6) \text{ engl. Zoll}$$

gefunden, mit einem wahrscheinlichen Fehler in dieser Bestimmung = 0,0024 engl. Zoll.

Ueberdies habe ich gefunden, daß an Rospini's Barometer



29,90 engl. Zoll = 0,75831 } Meter der Fortinschen Stange  
 29,95 " " " = 0,75951 } bei + 20° C.

und daß dieser Meter bei + 20° C. = 1,00034 des pariser Platin-Etalon ist, wenn letzterer die Temperatur 0° C. besitzt.

Wenn nach diesen Bestimmungen die gehörige Correction gemacht wird, findet man folgende Vergleiche:

erstlich:		dann:			endlich:	
Ros- pini	Milli- meter	Hassel- ström	Ros- pini	Milli- meter	Hassel- ström	Milli- meter
29,90 =	758,57	25,645 =	29,9188 =	759,0222	0,001 =	0,0313
29,95 =	759,77	650	9254	1786	2	0625
		655	9319	3349	3	0938
		660	9384	4914	4	1250

mittelft welcher Verhältnisse die hier vorkommenden Resultate leicht reducirt werden können.

Zu einer vollständigen Kenntniß vom Barometerstande gehört die Angabe der Höhe des Instrumentes über dem Meerespiegel. In dieser Hinsicht muß ich hier anführen, daß ich in den Sommermonaten Julius, August, und in der Hälfte des Septembers, mein Barometer in dem Pfarrhofs zu St. Marie, eine Viertelmeile nördlich von Åbo, unter 60° 28' 30" Polhöhe, beobachtet und die Quecksilberfläche in dem Gefäße des Barometers daselbst durch eine Nivellirung zu 60,84 schwed. Fuß über dem Meere liegend, gefunden habe. Während der übrigen Zeit habe ich aber den Barometerstand in Åbo aufgezeichnet, in der Parallele der Domkirche, unter 60° 27' Breite, sehr nahe am Meridian der Sternwarte, wo die Quecksilberfläche im Gefäße des Barometers 30,48 schwed. Fuß über

der Meeresfläche liegt. Wenn Ramond's nebst Du-  
long's und Pelt's Coëfficienten mit Laplace's Formel  
zum Höhenmessen, bei diesem Ort gebraucht wird,  
und man bezeichnet:

die Barometerhöhe an d. untern Station  $= B$ , die Temp.  $= T$  Celsius  
oben  $= b$ ,  $= T'$

so findet man den Höhenunterschied in schwedischen  
Füssen:

$$x = 123,69 (500 + T + T') (\log \frac{B}{b} - 0,000078 (T - T'))$$

Für einen so kleinen Höhenunterschied, wie hier,  
kann man ohne merklichen Fehler  $T = T'$  annehmen,  
und deshalb:  $x = 123,69 (500 + 2T) (\log B - \log b)$ ;  
ferner kann man annehmen, daß bei uns die Tempe-  
ratur während des ganzen Jahres zwischen  $T = -20^\circ$   
und  $T = +20^\circ$  schwankt, aber

für  $T = -20^\circ$  ist  $0,00001756 \cdot x = \log B - \log b$

und für  $T = +20^\circ$   $0,00001497 \cdot x = \log B - \log b$

und so scheint es, daß man ohne bedeutenden Fehler  
annehmen darf  $0,000016 \cdot x = (\log B - \log b)$ , und  
daß man aus der Barometerhöhe am oberen Orte  $= b$ ,  
die Barometerhöhe am unteren Orte  $= B$  finden kann,  
ebenso durch:  $\log B = \log b + 0,000016 \cdot x$ . Wenn  
man dann für  $x$  die oben angegebenen Werthe: 30,  
48 und 60,84 der Höhe des Barometers über dem Mee-  
re substituirt, ferner mit  $B$  die Barometerhöhe am Mee-  
re, und mit  $b$  die Barometerhöhe am Beobachtungsorte  
bezeichnet; so findet man für die Beobachtungen

in Åbo:  $\log B = \log b + 0,0004877$

zu St. Marie:  $\log B = \log b + 0,0009734$

welche Werthe hier für die vorkommende Reduction

der Barometerhöhen auf die Meeresfläche gebraucht worden sind.

Die nachstehende Tafel enthält die Resultate meiner zuvor erwähnten Beobachtungen. Ich habe täglich nur aufgezeichnet, was das Barometer über 25 schwed. Dec. Zoll gezeigt. Die Kolumnen II geben die Summen dieser Ueberschüsse für jede der in der Kolumne I angeführten Stunde, nachdem sie zuvor sämmtlich auf die Temperatur  $+ 20^{\circ}$  C. reducirt worden. Die Kolumnen III sind entstanden, indem die Zahlen der Kolumne II durch die Anzahl der Beobachtungstage, welche für Åbo 1380 und für St. Marie 283 beträgt, dividirt und darauf zu ihnen die Zahl 25 addirt worden ist. Die Kolumnen IV zeigen diese Mittelzahlen, nachdem sie aus den zuvor angeführten Gründen auf die Meeresfläche reducirt worden. Zur Erläuterung muß gesagt werden, daß die Ursache, weshalb die Beobachtungen in St. Marie, ungeachtet dieser Reduction, einen niederen Barometerstand geben, als in Åbo, ohne Zweifel darin liegt, daß die am ersten Orte nur während der Sommermonate aufgezeichnet worden sind, während welcher der Barometerstand gewöhnlich etwas niedriger ist. Die Kolumne V enthält die Mittelzahlen der Angaben in Kolumne IV, berechnet mit gehöriger Rücksicht auf die Anzahl der Beobachtungstage an jedem der Orte. Sie sind das Endresultat dieses Versuches nach den Angaben des Barometers von Hasselström.

I.	II.		III.		IV.		V.
Beob- ach- tungs- zeiten	Summe der Ba- rometerhöhen über 25 schwed. Dec.Zll, reducirt auf + 20° C, beobachtet		Mittel aus den beobachteten und auf + 20° C redu- cirten Barome- terhöhen		Mittel aus den Barometerhöhen bei + 20° C, nach Reduction auf die Meeres- fläche,		Mittel aus den Baro- meterhö- hen an bel- den Orten bei + 20° C und an der Meeres- fläche
	in Åbo	in St. Ma- rie	in Åbo	in St. Ma- rie	in Åbo	in St. Ma- rie	
Mittag	873,092	158,784	25,63268	25,56108	25,6615	25,6184	25,6542
I	872,079	158,739	63194	56091	66,7	6183	6534
II	871,053	158,647	63120	56059	6600	6180	6529
III	870,066	158,633	63048	56054	6593	6179	6523
IV	869,946	158,851	63040	56131	6592	6187	6523
V	870,440	158,954	63075	56167	6596	6191	6527
VI	871,847	159,022	63177	56192	6606	6193	6536
VII	874,182	159,379	63347	56318	6623	6206	6552
VIII	876,237	159,986	63495	56532	6638	6227	6568
IX	878,373	160,504	63650	56715	6653	6246	6584
X	880,072	160,545	63773	56730	6665	6247	6594
XI	880,116	160,256	63777	56661	6666	6240	6593
XIX	866,899	156,641	62529	55350	6541	6108	6467
XX	866,386	156,957	62782	55402	6566	6120	6490
XXI	868,868	157,702	62062	55725	6584	6147	6510
XXII	872,273	158,305	63208	55958	6609	6168	6534
XXIII	874,140	158,706	63344	56080	6622	6182	6547

Dieses Endresultat, so wie es von Hasselströms Barometer angegeben ist, erfordert noch die oben erwähnte Correction, bevor die Höhen als absolut betrachtet werden können. Nach der bereits gegebenen Vorschrift ist diese Correction ausgeführt, alsdann das schwedische Maß auf Metermaß reducirt, und so nach gehöriger Rechnung die folgende Zusammenstellung erhalten worden.

(Beschluss im nächsten Heft.)

## IV.

*Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser;*

von

Herrn BALARD,

Apothek. u. Präparat. d. Chem. and. Facult. d. Wissensch. zu Montpellier.

(Fortsetzung der S. 124 abgebrochenen Abhandlung.)

## V. Von der Bromwasserstoffsäure.

Die Bromwasserstoffsäure kann auf verschiedene Weisen bereitet werden:

1) Ich setzte einige Zeit hindurch Wasserstoffgas gemengt mit Bromdämpfen dem Einflusse der Sonnenstrahlen aus, ohne merkliche Erscheinungen einer Verbindung zu beobachten; als ich aber dieß Gemenge der Flamme einer Kerze aussetzte, oder noch besser, als ich einen glühenden Eisendraht in dasselbe brachte, sah ich Bromwasserstoffsäure-Gas sich bilden. In allen diesen Fällen pflanzt sich die Wirkung nicht durch die ganze Masse fort, wie es beim Chlor und Wasserstoff der Fall ist. Die Verbindung erzeugt sich nur rings um den heißen Körper, der sie hervorgerufen hat. Vielleicht würde dieß nicht der Fall gewesen seyn, wenn ich hätte die Bromdämpfe sammeln und messen und sie mit bestimmten Volumen von Wasserstoffgas vermischen können.

2) Das Jodwasserstoff-, Schwefelwasserstoff- und

\*) Wegen Mangel an Raum mußte diese Fortsetzung bis zu gegenwärtigem Hefte verschoben werden. Wo übrigens der Vortrag des Verfassers ohne Schaden für die Sache abgekürzt werden konnte, geschah es hier. P.

Phosphorwasserstoffgas werden durch das Brom zer-  
setzt, und dieses verwandelt sich in Bromwasserstoff-  
säure, während es Dämpfe von Jod, Schwefel oder  
Phosphor niederschlägt. Diese Zersetzung geschieht  
immer mit Entwicklung von Wärme. Das Volumen  
verändert sich nicht merklich, wenn man Jodwasser-  
stoffgas durch Brom zersetzt; dagegen vergrößert es  
sich, wenn man Schwefel- oder Phosphorwasserstoffgas  
(l'hydrogène phosphoré) durch dasselbe zersetzt. Auf  
gleiche Art wirkt das Brom auf diese Wasserstoffverbin-  
dungen, wenn sie in Wasser gelöst sind; auf Kosten  
derselben wird ebenfalls Bromwasserstoffsäure gebildet.

3) Man kann Bromwasserstoffsäure bereiten, wenn  
man die mit Kali und der ätherischen Auflösung des  
Broms erhaltenen kubischen Kryalle mittelst Schwe-  
felsäure zersetzt; allein das so gesammelte Gas ist oft  
mit kleinen Quantitäten von schwefliger Säure und  
Chlorwasserstoffsäure gemengt. Deshalb ist die An-  
wendung dieser Methode nicht erlaubt, wenn man die  
Bromwasserstoffsäure ganz rein haben will.

4) Um diese Säure rein zu erhalten, habe ich ein  
Verfahren gewählt, das einigermaßen dem der Berei-  
tung des Jodwasserstoffgases nachgeahmt ist. Brom und  
Phosphor in Berührung gebracht und mit einigen  
Tropfen Wasser befeuchtet, entwickeln wirklich in  
reichlicher Menge eine gasige Substanz, die man über  
Quecksilber sammeln kann und die nichts anderes ist,  
als das Gas der Bromwasserstoffsäure.

Diese Verbindung besitzt folgende Eigenschaften.  
Sie ist farblos und schmeckt vollkommen sauer. An  
der Luft stößt sie weiße Dämpfe aus, die dichter sind,  
als die, welche unter gleichen Umständen von der Chlor-

wasserstoffsaure erzeugt werden. Diese Dämpfe besitzen einen stechenden Geruch und reizen sehr zum Husten.

Die Bromwasserstoffsaure erleidet keine Zersetzung, wenn man sie durch ein glühendes Glasrohr gehen läßt. Eben so wenig wird sie verändert, wenn man sie zuvor mit Sauerstoffgas mischt und dann durch ein solches Rohr hindurchleitet, oder in diese Gasgemenge eine brennende Kerze taucht. Andererseits scheint das Brom nicht fähig zu seyn, das Wasser zu zersetzen, wie es das Chlor thut. Ich habe in der That weder Entwicklung von Sauerstoffgas noch Erzeugung von Bromwasserstoffsaure bemerkt, als ich Brom mit Wasserdämpfen durch ein glühendes Glasrohr hindurchgehen ließ.

Die Bromwasserstoffsaure wird durch Chlor zer-  
setzt, welches, indem es sich ihres Wasserstoffs be-  
mächtigt, sogleich eine Menge röthlicher Dämpfe und  
einen Niederschlag von Brom in Tröpfchen bewirkt.  
Arbeitet man über Quecksilber, so werden diese Tröpf-  
chen bald von dem Metall absorbirt, und die gasförmige  
Substanz, welche nach dieser Einwirkung übrig  
bleibt, besitzt alle Kennzeichen der Chlorwasserstoff-  
saure.

Gewisse Metalle können ebenfalls das Bromwasser-  
stoffsaure-Gas zersetzen. Das Quecksilber, wenn es  
rein ist, scheint keine Veränderung darin zu bewir-  
ken; aber Zinn und Kalium bringen eine völlige Zer-  
setzung zuwege, das erste bei einer etwas erhöhten,  
das letztere bei gewöhnlicher Temperatur. Ein Stück  
Kalium, das in eine graduirte und mit diesem Gase  
gefüllte Röhre hineingebracht wurde, verlor bald sei-  
nen Metallglanz und ging in eine weisse Substanz über,

die, bei Einwirkung von Chlor, Brom entwickelte. Das Volumen der gasigen Substanz verminderte sich bei diesem Versuche genau auf die Hälfte, und Wasserstoffgas fand man als Rückstand.

Das Bromwasserstoffsaure-Gas würde diesem Versuche nach, eine ähnliche Zusammensetzung haben, wie das Chlor- und Jodwasserstoffsaure-Gas, d. h. es würde aus gleichen Volumen Wasserstoffgas und Bromdämpfen gebildet seyn, ohne Vergrößerung oder Verringerung des Volumens.

Das Bromwasserstoffsaure-Gas ist sehr auflöslich im Wasser. Diese Auflösung kann bereitet werden, sowohl dadurch, daß man Brom mit flüssiger Schwefelwasserstoffsaure behandelt, als auch, indem man das nach einem der bereits angezeigten Verfahren entwickelte saure Gas in Wasser streichen läßt. Dieses erhitzt sich, nimmt an Volumen zu, erlangt eine große Dichtigkeit und auch die Eigenschaft, an der Luft weisse Dämpfe auszustossen. Diese Auflösung ist bei zweckmäßiger Bereitung farblos; wenn aber das Bromwasserstoffgas mit Dämpfen von Brom gemengt gewesen ist, besitzt sie eine sehr dunkle röthliche Farbe. Man kann der farblosen Auflösung des Bromwasserstoffgases diese Farbe geben, wenn man sie mit Brom schüttelt. Sie löst mehr davon auf, als ein gleiches Volumen von reinem Wasser gethan haben würde. Diese Auflösung könnte mit dem Namen *bromhaltige Bromwasserstoffsaure* bezeichnet werden. Wenn man diese neue Verbindung erhitzt, so entwickeln sich Bromdämpfe und Bromwasserstoffsaure und es bleibt eine saure Auflösung zurück, die zwar farblos, aber auch weniger concentrirt ist.



Das *Chlor* wirkt augenblicklich auf die flüssige Bromwasserstoffsäure und theilt ihr die Farbe des freigewordenen Broms mit. Die *Salpetersäure* wirkt auf die Bromwasserstoffsäure nicht so plötzlich, aber desto kräftiger, sobald die Reaction angefangen hat. Es wird aladann viel Brom frei gemacht und wahrscheinlich Wasser nebst salpetriger Säure erzeugt. Man erhält dadurch eine dem Königswasser ähnliche Flüssigkeit, die wirklich Gold und Platin auflöst. Die *Schwefelsäure* besitzt in einem gewissen Grade ebenfalls die Eigenschaft, die Bromwasserstoffsäure zu zersetzen. Bei Entwicklung dieses Gases mittelst Schwefelsäure sieht man nicht selten, daß sich Bromdämpfe und schwefligsaures Gas erzeugen, durch eine Reaction, deren Ursachen leicht zu begreifen sind \*).

Gewisse *Metalle* wirken auf die Bromwasserstoffsäure. Das Eisen, Zink und Zinn lösen sich in derselben unter Entwicklung von Wasserstoffgas auf. Die *Metalloxyde*, mit dieser Säure in Berührung gesetzt, wirken verschiedenartig auf sie. Der grössere Theil von ihnen, die Alkalien, die Erden, die Eisenoxyde, das Kupfer- und das Quecksilber-Oxyd bilden flüssige (auflösliche? P.) Verbindungen, die man als bromwasserstoffsäure Salze betrachten kann. Dagegen giebt es Oxyde, mit welchen die Bromwasserstoffsäure eine dop-

\*) Ich habe mich überzeugt, daß es zur Vermeldung dieser Unannehmlichkeit besser ist, die Schwefelsäure auf ganze Kry-  
stalle zu gießen, als auf das Pulver derselben. Je grösser das  
Volumen der Krystalle, und je geringer die Menge der Schwefel-  
säure ist, um so geringer ist der Antheil der Bromwasserstoff-  
säure, welcher in diesem Falle zerfällt wird.

pelte Zerlegung veranlaßt, indem sich Wasser und Brommetalle erzeugen; solche Oxyde sind das Blei- und Silberoxyd. Diejenigen Oxyde, welche viel Sauerstoff enthalten, keine Verwandtschaft zur Bromwasserstoffsäure besitzen, oder durch Zerlegung derselben keine ihrem hohen Oxydationsgrade entsprechende Bromverbindung bilden können, verlieren einen Theil ihres Sauerstoffs, und dieser, indem er einen Theil der Bromwasserstoffsäure zersetzt, macht Brom frei. Die so eines Theils ihres Sauerstoffs beraubten Oxyde bilden nun mit der Säure, welche der Zersetzung entging, ein bromwasserstoffsaures Salz oder ein Brommetall. Eine derartige Wirkung üben die Mennige, das braune Bleioxyd, die Antimonsäure und das Manganhyperoxyd aus. Die Wirkung zwischen dem letzteren und der Bromwasserstoffsäure kann man auch gebrauchen, um Brom zu bereiten. Diese, der Bereitungsart des Chlorgases ähnliche, Methode ist leichter auszuführen, als das schon von mir angezeigte Verfahren.

Das Brom hat, wie man sieht, zum Wasserstoffgase eine geringere Verwandtschaft wie das Chlor, aber eine grössere wie das Jod. Der Wasserstoff vereinigt sich leicht mit Chlor; schwieriger ist es, ihn geradezu mit Jod und mit Brom zu verbinden. Das Chlor zersetzt das Wasser in einer hohen Temperatur; Brom und Jod können unter gleichen Umständen dasselbe nicht zersetzen. Die Bromwasserstoffsäure wird endlich durch Chlor zersetzt; aber das Brom zersetzt seinerseits die Jodwasserstoffsäure. Die Wirkung der Metalle auf diese Wasserstoffsäuren führt auch zu demselben Schlusse. Die Jodwasserstoffsäure zersetzt

sich in Berührung mit Quecksilber; die reine Bromsäure hingegen kann lange über diesem Metalle aufbewahrt werden, ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden; bei einer etwas höheren Temperatur aber fängt sie an vom Zinn zersetzt zu werden, welches bei dieser Temperatur keine Wirkung auf die Chlorwasserstoffsäure ausübt.

Es folgt aus dieser ungleichen Verwandtschaft, daß die Eigenschaften des Bromwasserstoffsäure-Gases gewissermaßen das Mittel halten zwischen denen des Chlor- und Jodwasserstoffsäure-Gases. Ist es dem ersten darin ähnlich, daß es sich unter dem gemeinschaftlichen Einfluß einer hohen Temperatur und des Sauerstoffgases nur schwierig zersetzt, so nähert es sich dagegen dem andern durch die Eigenschaft, daß es bis zu einem gewissen Punkte von der Schwefelsäure zersetzt wird und fähig ist, einen Ueberschuß von Brom aufzunehmen.

#### VI. Von den bromwasserstoffsauren Salzen und den Brommetallen.

Die Wirkung des Broms auf die Metalle hat große Aehnlichkeit mit der, welche das Chlor auf diese Körper ausübt. Das Antimon und Zinn brennen in Berührung mit Brom. Das Kalium entwickelt so viel Wärme und Licht, daß eine Verpuffung entsteht, die heftig genug ist, um die Glasgefäße, mit welchen man arbeitet, zu zer Sprengen, und das Product der Verbindung weit umher zu schleudern.

Die auf directem Wege erzeugten Brommetalle, namentlich das Bromkalium, scheinen ihrem Ansehen und ihren Eigenschaften nach völlig mit denen über-

einzukommen, die man durch Behandlung der Metalloxyde mit Bromwasserstoffsäure erhält, sey es auf trockenem Wege oder auf nassem, nachdem man die Auflösung verdampft und krySTALLISIREN gelassen hat. Die Auflösungen derselben in Wasser haben alle Eigenschaften der entsprechenden bromwasserstoffsauren Salze. Alles dieses macht es sehr wahrscheinlich, daß gleich den Chlor- und Jodverbindungen die Brommetalle sich bei Auflösung in Wasser in bromwasserstoffsaure Salze verwandeln und umgekehrt die bromwasserstoffsauren Salze in Brommetalle, wenn sie in den festen Zustand übergehen \*). Das Studium dieser beiden Klassen von Verbindungen kann also ohne Unbequemlichkeit nicht getrennt werden.

Da ich nur eine geringe Anzahl von bromwasserstoffsauren Salzen und Bromverbindungen bereitet habe, so kann ich noch nicht im Allgemeinen von ihnen reden. Ich begnüge mich, zu sagen, daß man die bromwasserstoffsauren Salze leicht daran erkennt, daß sie gelb werden und Brom entwickeln, wenn man auf sie einen Körper wirken läßt, welcher starke Anziehung zum Wasserstoff besitzt, wie die Chlorsäure, Salpetersäure und besonders das Chlor; dies macht klar, warum dieser letztere Körper zur Gewinnung des Broms angewandt werden kann. Was die Bromverbindungen betrifft, so werden sie alle durch das Chlor unter Entwicklung von Brom zersetzt.

\*) Die Annahme, daß sich die Brommetalle unzersetzt in Wasser auflösen, hat indeß eben so viel Wahrscheinlichkeit und noch dazu die Gleichförmigkeit in der Nomenclatur für sich; jedoch sind hier die Unterscheidungen des Verfass. zwischen Brommetallen und bromwasserstoffsauren Salzen unverändert beibehalten worden. P.

*Bromkalium.* Zur Bereitung des Bromkaliums habe ich mehrere Verfahrensarten angewandt: 1) ich erhielt es, indem ich das Metall in den Dampf von Brom brachte; 2) indem ich mittelst seiner die Bromwasserstoffsäure zersetzte; 3) indem ich geradezu diese Säure mit Kali verband, die Auflösung verdampfte und den Rückstand trocknete; 4) können die kubischen Kryalle, welche man durch Sättigung des mit Brom beladenen Aethers durch Kali erhält, entweder als bromwasserstoffsaures Kali oder als Bromkalium betrachtet werden. Sie enthalten beständig eine kleine Menge chlorwasserstoffsaures Kali oder Natron.

Auf welche Weise man auch das Bromkalium bereitet, es hat immer die nämlichen Eigenschaften. Wenn man es aus seiner Auflösung in Wasser krystallisiren läßt, so nimmt es gewöhnlich die Gestalt von Würfeln an, zuweilen die von langen rechtwinkligen Parallelepipeden. Sein Geschmack ist stechend. Der Wärme ausgesetzt, verknistert es und schmilzt im feurigen Fluß ohne Veränderung zu erleiden.

Vom *Chlor* wird es in einer erhöhten Temperatur zerlegt; es wird Brom entwickelt und Chlorkalium gebildet. Das *Jod* hat keine Wirkung auf dasselbe, selbst nicht in einer hohen Temperatur. Hingegen entwickelt das Brom, welches man über geschmolzenes Jodkalium streichen läßt, violette Dämpfe in reichlicher Menge. Die *Boraxsäure* kann dasselbe in der Rothglühhitze nicht zersetzen, wenigstens wenn man keine Wasserdämpfe durch das erhitzte Gemeng hindurchgehen läßt; in diesem Falle entwickelt sich Bromwasserstoffsäure.

Das Bromkalium verwandelt sich bei Berührung

mit Wasser in bromwasserstoffsaures Kali; dieses löst sich mehr in warmen als in kaltem Wasser auf und erzeugt dabei eine merkliche Kälte. Es löst sich auch in Alkohol, doch in geringer Menge. Die Auflösung des bromwasserstoffsauren Kalis löst nicht mehr Brom auf, als es reines Wasser gethan haben würde.

Die Schwefelsäure zersetzt es und entwickelt Dämpfe von Bromwasserstoffsäure und Brom. 1,27 Grm. Brom auf diese Weise behandelt, ließen als Rückstand 0,973 schwefelsaures Kali. Diese Salzmenge enthält 0,52668 Kali, welche aus 0,08927 Sauerstoff und 0,43741 Kalium gebildet sind. Diefem Versuche nach würde das Bromkalium zusammengesetzt seyn, aus:

Brom . .	65,56
Kalium . .	34,44
	<hr/>
	100,00

Wenn man annimmt, daß diese Verbindung aus einem Atome Brom und einem Atome Kalium gebildet ist, so wird das Atomengewicht des ersten 93,26 seyn, falls das Atomengewicht des Sauerstoffs durch 10 dargestellt wird.

Die Brommetalle verwandeln sich in neutrale bromwasserstoffsaure Salze, wenn man sie in Wasser auflöst. Dieses wird zersetzt und zwei Volumina Wasserstoff verlassen ein Volumen Sauerstoff, das sich mit dem Metall vereinigt. Da die Bromwasserstoffsäure aus gleichen Voluminibus Wasserstoff und Bromdampf gebildet ist, so folgt daraus, daß die beiden freigewordenen Volumina Wasserstoff vier Volumina Bromwasserstoffsaure erzeugen müssen. Man muß daraus schließen, daß die bromwasserstoffsauren Metall-

oxyde ein Volumen von der Bromwasserstoffläure enthalten, das vier Mal so groß ist, als das des Sauerstoffs in ihrem Oxyde. Da nun die 0,08927 Grm. Sauerstoff ein Volumen von 0,0624 Litre einnehmen, so müssen 1,270 Grm. Bromkalium: 0,2496 Lit. Bromwasserstoffläure geben. Nach diesen Datis würde das specifische Gewicht des Bromdampfes 5,1554 seyn und das der Bromwasserstoffläure 2,6021. Ich habe noch nicht untersucht, ob diese von der Theorie gegebenen Resultate durch die Erfahrung bestätigt werden.

*Bromwasserstoffsaures Ammoniak.* Das Bromwasserstoffläure-Gas vereinigt sich zu gleichen Volumen mit dem Ammoniakgas. Es entsteht daraus eine salzartige Verbindung, die man auch durch Vermischung der Bromwasserstoffläure mit Ammoniaklösung erhalten kann. Ich bereitete ferner bromwasserstoffsaures Ammoniak, indem ich gasförmiges oder in Wasser gelöstes Ammoniak durch Brom zersetzte. Die Resultate dieser Wirkung sind eine Erregung von Wärme ohne Licht, eine Entwicklung von Stickgas und Bildung von bromwasserstoffsaurem Ammoniak. — Ob sich in einem dieser Fälle eine dem Bromstickstoff analoge Verbindung bilde, habe ich nicht beobachten können. — Das bromwasserstoffsaure Ammoniak ist fest und weiß. Der feuchten Luft ausgesetzt, wird es gelb, und erlangt die Eigenschaft, das Lackmuspapier zu röthen. Es krystallisirt in Form von langen Prismen, in welchen andere kleinere rechtwinklig eingewachsen sind. Bei Erhitzung verflüchtigt es sich.

*Bromwasserstoffsaurer Baryt.* Dieses Salz erhielt ich durch Schütteln der ätherischen Bromlösung mit Barythydrat, oder auch durch directe Verbindung von

**Baryt mit Bromwasserstoffsäure.** Der bromwasserstoffsaure Baryt schmilzt, wenn er erhitzt wird. Er ist sehr löslich in Wasser und löst sich auch in Alkohol auf. Seine Krysalte, welche sich zu opaken Warzen zusammenhäufen, haben keine Aehnlichkeit mit den durchsichtigen Schuppen, welche das Chlorbarium zeigt.

*Bromwasserstoffsaure Talkerde.* Dieses unkrysalisirbare, zerfließliche Salz wird wie das chlorwasserstoffsaure in einer hohen Temperatur zersetzt.

*Bromblei.* Wenn man in eine Bleilösung einige Tropfen eines in Wasser gelösten bromwasserstoffsauren Salzes bringt, so bildet sich ein weißer Niederschlag von krysalinischem Ansehen und im Aeußern dem Chlorblei ähnlich. Dieser Niederschlag, stark erhitzt, schmilzt zu einer rothen Flüssigkeit, welche nur weißse, sehr schwache Dämpfe ausstößt, die beim Erkalten zu einer Substanz von schön gelber, dem Mineralgelb ähnlicher Farbe erstarren. Im Zustande der Vertheilung wird das Bromblei durch Salpetersäure und Schwefelsäure zersetzt, im ersten Falle unter Entwicklung von Brom, im andern unter Entwicklung von Bromwasserstoffsäure. Die starke Cohäsion, welche es durch Schmelzung erlangt, macht, daß es alsdann von Salpetersäure nicht angegriffen wird. Es kann sodann nur mittelst siedender Schwefelsäure zersetzt werden.

*Bromzinn im Maximo.* Ich habe schon angeführt, daß sich das Zinn unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Bromwasserstoffsäure auflöst. Das daraus hervorgehende bromwasserstoffsaure Salz, zur Trockne gebracht, geht in Bromzinn in Maximo über, das ich



wenig untersucht, aber doch, als sehr verschieden von der Verbindung erkannt habe, welche man durch directe Einwirkung des Broms auf Zinn erhält. Dieses ist offenbar das Bromzinn im Maximo. Das Zinn brennt in Berührung mit Brom und verwandelt sich in eine feste, weisse, krySTALLINISCH aussehende, sehr schmelzbare, und leicht verdampfbare Verbindung. An feuchter Luft stösst diese Verbindung nur Spuren von weissen Dämpfen aus. Es löst sich ohne merkliche Wärmeentwicklung in Wasser auf und verwandelt sich in saures bromwasserstoffsaures Oxyd. In heisse Schwefelsäure gebracht, wird es flüssig und bleibt in Gestalt von öligen Tropfen am Boden der Flüssigkeit liegen, ohne merkliche Veränderung zu erleiden. Die Salpetersäure dagegen bewirkt in wenig Augenblicken eine lebhafte Entwicklung von Brom. Das Bromzinn im Maximo entspricht dem Liquor fumans Libavii, besitzt aber, wie man sieht, nur wenige der Eigenschaften dieser Verbindung.

*Bromquecksilber.* Das Quecksilber kann sich in mehreren Verhältnissen mit dem Brom verbinden. Eine Auflösung von bromwasserstoffsaurem Alkali bewirkt in der von salpetersaurem Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag, der dem Calomel ähnlich ist und der Bromquecksilber im Minimo zu seyn scheint. — Das Brom greift das Quecksilber stark an. Die Verbindung geschieht unter Entwicklung von Wärme ohne Lichterscheinung. Es entsteht daraus eine weisse bei Erhitzung sich sublimirende Substanz, die in Wasser, in Alkohol und besonders in Aether auflöslich ist, von den Alkalien roth oder gelb gefärbt

wird und viele Aehnlichkeit mit dem ätzenden Sublimat zeigt. Sie unterscheidet sich von diesem durch die Eigenschaft, bei Behandlung mit Salpetersäure, oder noch besser mit Schwefelsäure, röthliche Dämpfe von Brom zu geben. Der Vorzug, den die letztere Säure in diesem Falle zu erlangen scheint, rührt meiner Meinung nach daher, daß sie bei einer höheren Temperatur wirken kann.

*Bromsilber.* Das salpetersaure Silber erzeugt in den auflöslichen bromwasserstoffsauren Salzen einen käseartigen Niederschlag von Bromsilber. Diese Verbindung ist von einem schwachen Zeisiggelb, wenn sie im Schatten getrocknet worden; sie schwärzt sich dagegen, wenn man sie, noch feucht, dem Lichte aussetzt, aber weniger leicht, als das Chlor Silber. Wie dieses, ist sie unauflöslich in Wasser, auflöslich in Ammoniak und unauflöslich in Salpetersäure. Durch diese Säure wird sie gar nicht verändert, selbst nicht bei der Siedehitze; siedende Schwefelsäure dagegen entwickelt aus ihr einige Dämpfe von Brom. — Das Bromsilber schmilzt bei Erhitzung zu einer röthlichen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer gelben Substanz von hornartigem Ansehen erstarrt.

Das Wasserstoffgas im Augenblicke seiner Entstellung kann das Bromsilber zersetzen; es erzeugen sich alsdann metallisches Silber und Bromwasserstoffsaure. Ich habe mich dieser Methode bedient, um das Bromsilber zu zerlegen. Eine wohl gewägte Menge dieses Brommetalls brachte ich in ein Gemenge von gekörntem Zink und verdünnter Schwefelsäure. Das Silber wurde reducirt und ich wägte

dasselbe, nachdem ich mich überzeugt hatte, daß das Zink gänzlich aufgelöst worden, und ich die nöthigen Handgriffe angewandt hatte.

Das Mittel aus zwei Versuchen, die nur wenig von einander abwichen, gab für die Zusammensetzung dieses Körpers:

Silber . . .	589
Brom . . .	411
	<hr/>
	1000

welches für das Atomengewicht des Broms die Zahl 94,29 liefert; eine Zahl, die nur wenig von der aus der Analyse des Bromkaliums abgeleiteten verschieden ist.

*Bromgold.* Das Brom und seine Auflösung in Wasser können ein wenig Gold auflösen. Man erhält dadurch ein gelbes Brommetall, welches thierische Substanzen violett färbt und sich durch Wärme in Brom und metallisches Gold verwandelt.

*Bromplatin.* Das Platin wird bei gewöhnlicher Temperatur nicht vom Brom angegriffen. Indess löst es sich auf, wenn man es mit einer Mischung aus Bromwasserstoffsäure und Salpetersäure in Berührung bringt, und bildet eine Verbindung von gelber Farbe, die sich in der Wärme zersetzt und die, wie das Chlorplatin, in den Auflösungen von Kali- und Ammoniaksalze, gelbe, wenig auflösliche Niederschläge hervorbringt.

## VII. Von der Wirkung des Broms auf die Metalloxyde.

Das Brom kann auf die Metalloxyde unter verschiedenen Umständen wirken: 1) für sich und in

starker Hitze; 2) bei gewöhnlicher Temperatur und unter Mitwirkung von Wasser.

Wenn man Bromdämpfe bei Rothglühhitze über Kali, Natron, Baryt und Kalk, hinwegleitet, so entsteht ein lebhaftes Erglügen; es entwickelt sich Sauerstoffgas und in der Röhre findet man Bromkalium, Bromnatrium u. s. w. Es ist mir nicht gelungen, auf diese Weise Magnesia zu zersetzen, ebenfowenig als Zirkonerde. Das Brom geht über diese glühenden Erden hinweg, ohne sich mit ihnen zu verbinden und ohne Spuren von Sauerstoff zu entwickeln. — Das sublimirte Zinkoxyd erleidet in hoher Temperatur keine Veränderung durch das Brom.

Die Metalloxyde, welche vom Brom zersetzt werden können, scheinen sich dieser Zersetzung zu entziehen, wenn sie mit einer starken Säure verbunden sind. Ich habe auch vergeblich gesucht, durch Hinüberleiten von Brom über rothglühendes schwefelsaures Kali Sauerstoffgas zu entwickeln. Dies ist nicht der Fall, wenn die Säure nur wenig Verwandtschaft zum Metalloxyde hat. Die kohlenfauren Alkalien werden in der That durch das Brom gänzlich zersetzt; dieses entwickelt ein Gas, welches aus zwei Raumtheilen Kohlensäure und aus einem Raumtheil Sauerstoffgas besteht.

Ganz anders sind die Erscheinungen, wenn man das Brom auf die genannten Alkalien und Erden, im Zustande der Auflösung oder der Vertheilung in einer großen Menge Wasser, wirken läßt. Man nimmt keine Entwicklung von Sauerstoffgas gewahr; der Geruch und die Farbe des Broms verschwinden;

aber die Verbindung, welche sich bildet, besitzt die Eigenschaft, daß sie mittelst schwacher Säuren, wie Essigsäure, Brom giebt, und die Lackmustinktur augenblicklich entfärbt. Diesen Versuchen nach würde das Brom im Stande seyn, Verbindungen mit Oxyden zu bilden, ähnlich dem Chlorkalk, Chlornatron u. s. w.

Wenn man Brom mit einer sehr concentrirten Auflösung von Kali in Berührung bringt, oder den mit Brom beladenen Aether mit diesem Alkali in fester Gestalt schüttelt, so erhält man durch Verdampfung der Flüssigkeit nicht bloß kubische Kryalle von bromwasserstoffsaurem Kali, sondern auch andere nadelförmige, die nichts anderes zu seyn scheinen, als bromsaures Kali. Der Baryt verhält sich zu dem Brom auf dieselbe Art. Eben so der Kalk. Die Magnesia scheint diese Eigenschaft nicht zu besitzen. Die Analogie sagt hinlänglich, daß die Bildung dieser beiden Salze auf die Zersetzung des Wassers gegründet ist.

Das Wasser, welches unter Mitwirkung von Alkalien so leicht zersetzt wird, wird es ebenfalls, doch auf eine weniger verwickelte Art, wenn das Brom unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen auf dasselbe wirkt. Eine Auflösung von Brom in Wasser, welche ich lange Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, gab mir merkliche Anzeigen von Bromsäure und Bromwasserstoffsäure, deren Bildung kaum anders, als durch die Annahme, daß Wasser zersetzt worden ist, erklärt werden kann.

Es scheint mir aus den in diesem und den vorhergehenden Paragraphen enthaltenen Thatfachen der

Schluss gemacht werden zu können, dass das Brom auf die Metalle eine weniger kräftige Wirkung ausübt, als das Chlor, aber eine stärkere, als das Jod. Die Entwicklung von Licht und Wärme, welche die Vereinigung mit diesen Körpern begleitet, übertrifft bei weitem die, welche das Jod unter diesen Umständen erzeugt. Dass das Zinn sich mit dem Brom unter Lichtentwicklung verbindet, was es nicht mit dem Chlor thut, rührt vielleicht daher, dass das Brom, weil es flüchtig ist, den Vortheil hat, in einer viel größeren Masse zu der Verbindung beizutragen.

Die Jodverbindungen werden durch das Brom zersetzt und umgekehrt die Bromverbindungen durch das Chlor. Das Jod, welches bei einer erhöhten Temperatur das Kali und Natron sehr gut zersetzt, wirkt nicht so auf den Baryt, sondern verbindet sich geradezu mit diesem. Das Brom dagegen zersetzt diese Basen und selbst den Kalk, kann aber auf Magnesia nicht so kräftig wirken; während das Chlor seine zeretzende Wirkung auf dieses Oxyd ausdehnt.

(Beschluss im nächsten Heft.)

## V.

*Ablenkung der Magnethadel durch den Strom einer gewöhnlichen Elektrifirmaschine und der atmosphärischen Elektrizität;*

vom Hrn. Dr. COLLADON aus Genf \*).

Die Volta'sche Säule im Zustande der Spannung und eine Elektrifirmaschine in Bewegung, sind zwei ähn-

\*) Annales de Chimie et de Physique, XXXIII. 62.

liche Instrumente, die gleiche Erscheinungen hervorbringen. Beide vermögen die Elektricität in dem Grade zu häufen, daß ein Elektrometer divergirt und eine continuirliche Reihe von Funken erzeugt wird. Wenn man an der Säule die beiden Enden durch einen Leiter der Elektricität verbindet, so hören die Erscheinungen der elektrischen Spannung gänzlich auf. Die beiden Flüssigkeiten, die unaufhörlich durch die elektromotorische Kraft getrennt werden, vereinigen sich in demselben Augenblicke in dem Schließungsdrahte und erzeugen das, was man *einen Strom* nennt. Die Wirkung dieser Ströme erzeugt zwei große neue Erscheinungen; die chemischen Zersetzen und die Ablenkung der Magnetnadel. Es scheint also, daß eine Elektrisirmaschine ähnliche Erscheinungen zeigen müsse, wenn man den Conductor durch einen Metallbogen mit dem Reibezuge verbindet, so daß ein Strom erzeugt wird. In der That ist es Hrn. Wollaston gelungen, durch eine sehr sinnreiche Vorrichtung die von einem solchen Strome bewirkten Zersetzen sichtbar zu machen, auch hat Hr. Arago gezeigt, daß dieser Strom Stahldrähte magnetisiren könne; aber alle bisher gemachten Versuche, um durch ihn die Magnetnadel abzulenken, sind, selbst mit Hülfe eines Multiplikators, ohne Erfolg gewesen. Dies hat veranlaßt, daß man einen Unterschied machte zwischen continuirlichen Strömen, dergleichen die geschlossenen elektromotorischen Kreise erzeugten und allein im Stande wären, die Magnetnadel abzulenken, und discontinuirlichen Strömen, den einzigen, welche die Elektrisirmaschine hervorzubringen vermöchte, und welche die Nadel nicht mehr abzulenken, weil

in ihnen die Elektricität nur in successiven Intervallen überginge. Um diese Verschiedenheit zu erklären, hat man gesagt, daß die Geschwindigkeit der Elektricität in einer Volta'schen oder thermo-elektrischen Kette unendlich sey in Bezug auf die Bewegung, welche der Scheibe einer Maschine mitgetheilt wird und die Elektricität auf den Conductor bringt, und daß folglich die absoluten Quantitäten, welche in dem Strome circulirten, in dem nämlichen Verhältnisse stehen müßten. Die vorhin erwähnten Versuche, so wie das continuirliche Licht, das sich an dem Ende einer auf dem Conductor befestigten Spitze erzeugt, scheinen indess mit dieser Meinung nicht übereinzustimmen. Indem ich glaubte, daß man vielleicht zu geringe Mengen von angehäufter Elektricität oder unvollkommen isolirte Galvanometer angewandt hätte, wiederholte ich diesen Versuch und bediente mich dabei eines Galvanometers von 100 Windungen mit zwei Nadeln, eines solchen, wie von Hrn. Nobili angegeben wurde \*). Der Draht

\*) Der „*Galvanomètre à deux aiguilles*“ des Hrn. Nobili besteht nach der von ihm in der Bibliothèque universelle, T. XXIX. p. 119 gegebenen Beschreibung wesentlich in Folgendem. Zwei Magnetnadeln von gleicher Länge und beinahe gleicher Intensität werden in der Mitte durchbohrt und so auf einen Strohhalmen geschoben, daß sie gegen einander parallel und in umgekehrter Richtung liegen. Um die Nadeln aufzuhängen, wird durch den Strohhalmen ein Faden gezogen und am unteren Ende mit einem Knoten versehen. Nun wird ein 22''' langer und 12''' breiter und 6''' hoher Rahmen seiner Länge nach mit einem 0'',2 dicken, mit Seide übersponnenen Kupferdraht umwickelt, und zwar so, daß die Windungen, neben einander liegend, zweimal die ganze Breite des



war doppelt mit Seide besponnen. Um nun eine beträchtliche Menge von Elektricität zu haben, wandte ich eine Batterie von 50 Flaschen an, die 4000 Quadrat Zoll Oberfläche besaß. Zur Vermeidung aller von elektrischen Attraktionen und Repulsionen herrührenden Bewegung, stellte ich meinen Galvanometer in einem besondern Zimmer auf, von wo er durch zwei

Rahmens einnehmen, und in der Mitte eine Oeffnung bleibt, durch welche man die untere Nadel hindurchführen kann, ohne sie in ihren Bewegungen zu hemmen. Die Nadeln, von denen sich also die eine über und die andere unter den oberen Theil der Windungen befindet, werden alsdann mittelst des Fadens an einen Träger aufgehängt; die obere Nadel, welche allein sichtbar bleibt, dient zugleich als Zeiger, um an einem auf den Windungen befestigten getheilten Kreise die GröÙe der Ablenkung abzulesen. Verbindet man nun die Enden des Kupferdrahtes mit der galvanischen oder thermo-magnetischen Kette, so ist klar, daß der Theil der Windungen, welcher zwischen den Nadeln liegt, beide, vermöge ihrer Lage, nach der nämlichen Seite hin ablenken muß, und zwar, da beide an gemeinschaftlicher Axe befestigt sind und die Wirkung des Erdmagnetismus auf sie, durch ihre entgegengesetzte Lage, größtentheils aufgehoben ist, weit stärker als eine einzige Nadel. Es ist auch klar, daß durch die in einer Ebene neben einander gelegten Windungen die Wirkung besonders verstärkt werden muß, da die Nadeln bei dieser Einrichtung nicht aus dem Wirkungskreise der Drähte hinaustreten, wie es bei den zusammengeschüttelten Windungen der Fall ist. Uebrigens sind die obigen Dimensionen nur als beispielshalber angeführt zu betrachten; sie können ohne Schaden dem jedesmaligen Zwecke gemäß beliebig abgeändert werden. Den Rahmen verfertigt Hr. Nobili nicht aus Holz, sondern der größern Leichtigkeit und Festigkeit wegen aus dünnen Blechen oder Drähten von Messing. P.

mit Seide bespannene und mittelst isolirender Fäden aufgehängte Kupferdrähte mit der Batterie in Verbindung stand. An das Ende jedes dieser Drähte war eine sehr feine Spitze angelöthet, um mit ihr die Elektrizität auszu ziehen. Diese beiden Spitzen werde ich die *Enden des Galvanometers* nennen.

Nachdem ich die Batterie so weit geladen hatte, bis sein Elektroskop zu divergiren anfang, brachte ich das eine Ende des Galvanometers mit der äußeren Belegung der Batterie in Berührung und näherte das andere Ende, mittelst einer Handhabe von Glas gehalten, dem Knopfe einer der Flaschen. Sobald es 4 oder 5 Centimeter (18 bis 22 par. Lin.) von diesem entfernt war, fing die Nadel des Galvanometers zu divergiren an. Als ich dasselbe bis auf 1 oder 2 Centimeter (4 bis 9 par. Lin.) näherte, ging die Ablenkung bis zu  $23^{\circ}$ ; darauf wurde sie schwächer und nachdem sie fünf Sekunden gedauert hatte, hörte sie gänzlich auf. Die Art der Ablenkung war so, wie sie der Richtung des Stromes nach seyn mußte.

Dieser Versuch gab bei oftmaliger Wiederholung stets dasselbe Resultat. So lange man dem Knopfe das nämliche Ende des Galvanometers gegenüberhielt, war die Ablenkung die nämliche. Ich gab hierauf dem Strome eine entgegengesetzte Richtung, indem ich die Enden des Galvanometers vertauschte. Diesmal fand eine Ablenkung der Nadel im entgegengesetzten Sinne Statt, und die Amplitude derselben war fast der beim ersten Male gleich. Dieser Versuch beweist, daß die Wirkung, welche beobachtet wurde, in Wahrheit von dem Strome herrührte.

Um indess diesen Schluss noch mehr zu erweisen und um die Richtung des Stromes zu wechseln, ohne irgend einen Theil des Apparats zu verändern, lud ich die Batterie abwechselnd mit positiver und mit negativer Elektricität. Es wurden genau dieselben Resultate wie im ersten Falle erhalten. Jedes Mal änderte die Ablenkung ihre Richtung, wie wenn ich die Enden des Galvanometers abwechseln liefs. Um mich endlich zu versichern, dafs die Resultate nicht von einer Veränderung des magnetischen Zustandes der Nadel (*changemens d'aimantation*) herrührte, sah ich mit Sorgfalt darauf, dafs die Nadel nach jedem Versuche zu ihrem Ausgangspunkte zurückkehrte; dies geschah sehr genau, sobald ich Sorge trug, durch einen hinlänglichen Zwischenraum zwischen dem Knopfe der Batterie und dem Ende des Galvanometers die Detonation zu vermeiden. Die Gröfse der Ablenkung war verschieden nach der Intensität der Ladung und nach dem Abstände, bis zu welchem man die Spitzen genähert hatte. Ihre mittlere Gröfse betrug 20 bis 30 Grad; mehrmals ging sie bis über 40° hinaus.

Ich wiederholte diesen Versuch in Gegenwart der Hrn. Arago, Ampère und Savary, und obgleich die Luft damals sehr feucht war, gelang er dennoch vollkommen. Diese Herren sahen, dafs der Sinn der Ablenkung jedesmal geändert wurde, wenn man die Enden des Leitungsdrahtes vertauschte, und dafs er überdies beständig so war, wie er nach der Richtung des Stromes seyn mußte. Ich machte alsdann einige Versuche mit einer blofsen Elektrisirmaschine, sowohl mit einer von Nairne für beide Elektricitäten, als auch mit einer gewöhnlichen Maschine, deren Scheibe fünf Fuß

Durchmesser hatte, und zum physikalischen Kabinet des College de France gehörte. Als ich bei einem trocknen Wetter arbeitete, erhielt ich ziemlich regelmässige Ablenkungen, die aber nicht gröfser als drei bis vier Grad waren.

Es ist demnach bewiesen, dafs eine Elektrifirmaschine, gleich der Volta'schen Säule, einen Strom erzeugen kann, welcher die Magnetnadel ablenkt, und dafs die Elektricität, welche man innerhalb einer gegebenen Zeit auf eine Batterie oder selbst auf einen Conductor häufen kann, ein endlicher Theil von derjenigen ist, die während derselben Zeit in einer geschlossenen elektro motorischen Kette circulirt. Es war interessant, diesen Vergleich auf eine genäherte Art auszuführen. Ich that es, indem ich an die Enden meines Galvanometers einen Platindraht löthete, und eine der Löthstellen auf  $0^{\circ}$  erhielt, während ich die andere in einem Quecksilberbade erhitzte. Bei  $125^{\circ}$  C. erreichte die Nadel des Galvanometers eine Ablenkung von  $45^{\circ}$ , die nämliche, welche ich mit der Batterie erhalten hatte. Der Gebrauch des Galvanometers kann also in einigen Fällen den des Elektrometers ersetzen, um etwas beträchtliche Mengen von Elektricität, welche auf Batterien angehäuft sind, oder von Spitzen eingefogen werden, zu messen. Es scheint, als könne die geringe Amplitude der beobachteten Ablenkungen ein Einwurf gegen die Anwendung dieses Mittels abgeben. Allein eine einfache Betrachtung hebt diese Schwierigkeit. Versuche, die vor einigen Jahren gemacht sind, haben gezeigt, dafs ein mehrere Tausend Meter langer Draht die Ladung einer Leidner Flasche ohne merkliche Schwächung hindurch-

gehen läßt. Bei Versuchen dieser Art kann man also dem Galvanometer eine beliebige Anzahl von Windungen geben und dadurch seine Wirkungen bis ins Unbestimmte vervielfältigen. Handelt es sich hingegen darum, die Wirkung eines von einer schwachen elektromotorischen Kraft erzeugten Stromes zu messen, so darf der Galvanometer nur eine begrenzte Anzahl von Windungen haben, über welche hinaus die Länge des Drahtes ein Hinderniß für den Durchgang der Elektrizität wird, wie es auch die HH. Oersted und Fourier bei ihren thermoelektrischen Versuchen beobachtet haben. Die Isolation der verschiedenen Wirkungen des Galvanometers ist ebenfalls von Wichtigkeit. Man kann auf diesen Umstand nicht aufmerksam genug seyn, bei Versuchen dieser Art, wo die Elektrizität, wenn sie eine sehr große Spannung hat, leicht von einer Windung zu der andern durch die Seide, welche dieselben trennt, hindurchgeht. Ich machte daher einen Galvanometer von 500 Windungen, dessen Draht mit Seide doppelt übersponnen war und an dem jede Reihe von Windungen durch einen mit Gummi überzogenen Taffet getrennt war. Bei Wiederholung der vorhergehenden Versuche mit diesem neuen Galvanometer erhielt ich Wirkungen, die fast das Zehnfache von den früheren waren, was man hauptsächlich der Sorgfalt zuschreiben mußte, mit welcher der Leitungsdraht isolirt war. Ich sagte, daß die größte Ablenkung, welche ich mit meinem ersten Galvanometer durch den einfachen Strom einer Elektrifirmaschine mit sehr großer Scheibe erhalten hatte, nicht größer als 3 bis 4 Grad gewesen wäre. Derselbe Versuch, wie-

derholt mit dem Galvanometer von 500 Windungen, von dessen Enden das eine an dem Reibzeuge befestigt, und das andere zur Ausziehung der positiven Elektricität aus den Conductoren gebraucht wurde, gab folgende Resultate:

Ablenkungen:  $18^{\circ}$ ;  $10^{\circ}$ ;  $5\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $3^{\circ}$ ;  $2^{\circ}$

bei Abständen von: 0,1 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,8 ; 1,0 Meter

Ablenkungen:  $18^{\circ}$ ;  $10^{\circ}$ ;  $5\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $3^{\circ}$ ;  $2^{\circ}$ ;  $18^{\circ}$ ;  $19^{\circ}\frac{1}{2}$ ;  $20^{\circ}$ ;  $20^{\circ}$

bei Abstand. von: 0,1 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,8 ; 1,0 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,025 ; 0,01 Meter

Die Ablenkung war also noch merkbar, selbst wenn die Spitze um einen Meter von dem Conductor abstand. Man muß vor Allem bemerken, daß die einfangende Kraft einer Spitze nahe proportional ist dem Abstände dieser Spitze von dem Conductor; daß aber bei einer gewissen Nähe die herausgezogene Menge fast dieselbe bleibt, wenn man die Spitze näher bringt. Als ich eine Cylindermaschine anwandte, die nur ein einziges Kissen hatte, blieb das Gesetz der Proportionalität für kleinere Abstände wahr und die Ablenkung vermehrte sich fortdauernd bis nahe zur Berührung.

Diese Verschiedenheit erklärt sich leicht, wenn man erwägt, daß an den Scheibenmaschinen die Oberflächen der vier Kissen gewöhnlich nur durch sehr unvollkommene Leiter in Verbindung stehen. Wenn man das Ende des Galvanometers in unmittelbare Berührung mit einer einzigen dieser Oberflächen bringt, so tritt ein Punkt ein, wo die in Distanz von dem Galvanometerdraht herausgezogene Elektricitätsmenge genau der gleich ist, welche ein einziges Reibekissen der Scheibe liefern kann und alsdann vergrößert sich die Wirkung nicht merklich.

Der folgende Versuch bestätigt diese Erklärung. Wenn man die einlaufende Spitze bis zur Berührung dem Conductor einer Scheibenmaschine nähert, so erzeugen sich augenblicklich Erscheinungen von elektrischer Spannung; die Nadel des Galvanometers wird sehr in Bewegung gesetzt und nach allen Seiten abgelenkt. Indem das eine Ende des Galvanometers mit dem Conductor, welchen die vier Reibekissen mit Elektrizität versehen, in Berührung steht, während das andere Ende nur eine der negativen Flächen unmittelbar berührt, und der Draht überdies seiner ganzen Länge nach isolirt ist, so muß er sich mit einem Ueberschuß von positiver Elektrizität laden und die gewöhnlichen elektrischen Attraktionen hervorbringen.

Dies ist keinesweges der Fall bei der Cylindermaschine von Nairne. Als man das eine Ende des Galvanometers am positiven Conductor und das andere Ende am negativen Conductor befestigte, war die Ablenkung fortdauernd vollkommen regelmäßig; sie war proportional der Geschwindigkeit, mit der man die *Kurbel* umdrehte, als man die Bewegung dieser mittelst eines Zählens (Compteurs) regulirte. Die Ablenkung blieb auch unverändert so lange als der Versuch dauerte. Als z. B. die Kurbel dreimal in der Sekunde umgedreht wurde, erhielt man folgende Resultate:

Ruhepunkt:	Ablenkungspunkt	absolute Ablenkung
90°	125°	35°

und nach Vertauschung der Enden des Galvanometers:

90°	54°	36°
-----	-----	-----

Die Batterie von 4000 Zoll erzeugte Ablenkungen, die dem Maximum zu nahe lagen, als daß man sie hätte messen können; aber bei sehr langsamer Annäherung erhielt man einige Augenblicke hindurch eine constante Ablenkung. So gab einer dieser Versuche eine 65 Sekunden constant anhaltende Ablenkung von 50 Grad.

Eine einzige Leidner Flasche von nur zwei halben Quadratfuß Oberfläche lenkte, als sie so stark wie möglich geladen wurde, die Nadel um 32 Grad ab.

Ich habe mehrere Versuche gemacht, um die Beziehungen aufzufinden, die zwischen der Anzahl der einfangenden Spitzen, der größeren oder geringeren Zuschärfung derselben und der Menge der eingesogenen Elektrizität Statt findet, habe aber diese Versuche noch nicht genug vervielfältigt, um die Resultate derselben bekannt machen zu können. Die vorhergehenden sind hinlänglich, um zu zeigen, daß das Galvanometer im Stande ist, mehrere Aufgaben über die gewöhnliche Elektrizität zu lösen, und daß zu diesem Zwecke seine Ablenkungen durch Vervielfältigung und Isolirung seiner Windungen bedeutend vermehrt werden kann.

Ich muß hier bemerken, daß, als ich einen Platindraht an die Kupferdrähte des Galvanometers angelöthet hatte, um einen ähnlichen Vergleich, wie früherhin, anzustellen, eine Temperaturdifferenz von 1000 Grad zwischen den beiden Löthstellen keine merkliche Ablenkung erzeugte. Eine Kupfer-Zink-Kette von zwei Quadratfuß Oberfläche hatte nicht mehr Wirkung. Endlich erzeugte eine Säule von 24



Paaren von einem halben Fuß im Quadrat, stark geladen, nur eine Ablenkung von 20 Grad. Dies rührte daher, daß der Draht schon lang genug war, um den thermo-elektrischen Strom völlig zu hemmen und den der Säule beträchtlich zu schwächen \*).

Die Beziehungen, welche diese Versuche zwischen den Wirkungen der von einer Elektrisirmaschine erzeugten Ströme und denen einer Säule oder eines thermo-elektrischen Apparates aufstellen, geben ein Mittel, die absolute Geschwindigkeit zu messen, mit welcher die Elektrizität in einem geschlossnen elektromotorischen Apparate circulirt, sobald man das Verhältniß ihrer elektromotorischen Kraft, oder der elektrischen Spannung kennt, welche der Contact zweier Metalle oder die Reibung der Kissen erzeugen kann. Bei den Elektrisirmaschinen ist diese Circulationsgeschwindigkeit in der That durch die Bewegung der Glasscheibe bestimmt, mittelst welcher die Elektrizität mit einer bekannten Geschwindigkeit zu den Conductoren übergeführt wird. Wenn die Spannung dieser Electricität zehntausend Mal so stark ist, als die Spannung einer Volta'schen Kette von gleicher Oberfläche mit dem Reibekissen, und dennoch die von beiden Strömen erzeugten Wirkungen auf einem gegebenen Galvanometer die nämlichen sind, so wird offenbar die Circulationsgeschwindigkeit der Elektrizität in der Volta'schen Kette zehntausend Mal größer seyn, als

\*) Vielleicht wäre die Ablenkung größer geworden, wenn der Galvanometerdraht völlig zusammenhängend gewesen, anstatt er aus zwei bloß durch Torsion vereinigten Metalldrähten gebildet war.

die des reibenden Theils der Scheibe. Denn es ist eine allgemein angenommene Meinung, daß die Ablenkung der Magnethadel proportional ist der Quantität von Elektricität, die in dem Strome fließt.

Die vergleichend mit den Säulen und den thermoelektrischen Ketten gemachten Versuche zeigen, daß die Leitungsfähigkeit der Metalldrähte nicht in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Länge steht. Wenn die elektromotorische Kraft schwach ist, so reicht ein etwas langer Metallbogen hin, um den elektrischen Strom fast gänzlich aufzuheben. Die Intensität dieses Stromes wächst schnell so wie die Länge des Bogens abnimmt bis zu einer gewissen Gränze, welche von der Stärke der elektromotorischen Kraft abhängt.

Die Annahme von besonderen Strömen von hinlänglicher Stärke, um die Attractionen und Repulsionen zu erzeugen, hat also nichts Befremdendes, weil, wie schwach man auch die elektromotorische Kraft annehmen will, die dieselben erzeugt, dennoch, wenn der Bogen unendlich klein ist, darin eine Compensation vermöge der außerordentlichen Geschwindigkeit, mit der die Elektricität circulirt, Statt haben kann. Man sieht ferner, daß obgleich die wenig leitenden Körper, wie z. B. das reine Wasser, nicht Theile eines elektromotorischen Kreises ausmachen können, ohne die Bewegung des Galvanometers zu hemmen, dennoch eine Luftschicht von mehr als einem Meter nicht immer diese Art Wirkung unterbricht, und daß die Resultate von der Energie der elektromotorischen Kraft abhängen, so daß bei den Versuchen über die Leitungsfähigkeit der Körper, diese ein wichtiges Element ist, welches nicht vernachlässigt werden darf.

## II. Versuche über die atmosphärische Elektricität.

Man weiß, daß metallische Spitzen so große Quantitäten von Elektricität aus den Wolken ziehen können, daß sie sehr intensive Lichtbüschel erzeugen. Der Galvanometer kann ein genaues Mittel werden, die Menge der Elektricität, welche in diese Conductoren übergeht, zu messen. Obgleich diese Folgerung an sich klar scheint, so habe ich doch eine sich mir anbietende Gelegenheit benutzt, um sie zu bestätigen.

Am 4. August, um Mittag, als elektrische Wolken ein Gewitter verkündigten, ließ ich auf dem Observatorio des Collége de France, eine Stange von 9 Meter Länge mit einer Metallspitze neben dem höchsten Blitzableiter, über welchen sie noch um einen Meter hinwegragte, aufrichten; sie trug einen Leitungsdraht, der sich in zwei sehr feinen und ein wenig divergirenden Nadeln endigte.

Der Leitungsdraht war mit Seide übersponnen und ging durch ein Glasrohr zu dem Zimmer hinab, wo der Galvanometer aufgestellt war. Das eine Ende des Galvanometers befestigte man an den Draht, während das andere Ende mit der Stange des Ableiters und folglich mit dem Erdboden in Verbindung stand. Kaum war der Apparat eingerichtet, als es zu donnern anfang. Die Nadel des Galvanometers, die anfangs auf  $37^{\circ}$  stand, wurde abgelenkt und oscillirte zwischen  $34^{\circ}$  und  $32^{\circ}$ . Die Richtung des Stromes zeigte, daß die eingefogene Elektricität negativ war. Um mich davon zu versichern, riß ich den Leitungsdraht ab; ich überzeugte mich, daß das Elektrometer sich wirklich negativ lud.

Zwei Tage hernach, am 6. August, gab ein heftigeres Gewitter, als das erste, mir Gelegenheit, diesen Versuch zu wiederholen. Bei diesem Versuche betrug die Ablenkung im Mittel 10 bis 12 Grad und ging bis zu 22. Während der 20 Minuten, die mein Versuch dauerte, wechselte die Richtung des Stromes zwei bis drei Mal. Wirklich trieb ein heftiger Westwind die Wolken, so daß sie rasch über den Conductor hinweggingen.

Als ich den Leitungsdraht im Augenblicke der größten Ablenkung abreißen wollte, erhielt ich starke Funken, das Elektrometer divergirte mit Gewalt; als aber der Bogen hergestellt war, gab das empfindlichste Goldblatt-Elektrometer keine Zeichen von Spannung. Nach einigen Augenblicken, wo ein starker Regen fiel und die Träger des Leitungsdrahtes benetzte, verschwanden, sowohl am Galvanometer als am Elektrometer, die Anzeigen von Elektricität gänzlich, im Augenblicke, wo die Elektricität am stärksten zu seyn schien. An demselben Tage hatte ich mit dem nämlichen Galvanometer einen vergleichenden Versuch mit einer Batterie von 5000 Zoll gemacht. Die Entladung dieser Batterie hatte wegen der Feuchtigkeit der Luft nur eine Ablenkung von 12 bis 16 Grad erzeugt. Man muß nicht vergessen, daß diese Wirkungen mit dem ersten Galvanometer von 100 Windungen, dem einzigen, den ich damals besaß, angestellt wurden.

Nachdem ich mir einen neuen Galvanometer gemacht hatte, bediente ich mich desselben statt des ersten, um diese Versuche über die atmosphärische Elektricität wieder vorzunehmen. Anfänglich erhielt ich

mehrere Tage hindurch nur Ablenkungen, deren *Maximum* 10 bis 20 Grad betrug. Während eines heiteren Wetters war die Ablenkung beständig null, und ich erhielt mit einem Bohnenberg'schen Elektrometer (*Electroscope à feuille d'or et à deux électricités*) keine Anzeigen von Elektrizität. In einem einzigen Falle, während eines Gewitters, das in einiger Entfernung von Paris stattfand, gaben Elektrometer und Galvanometer sehr merkliche Anzeigen von Elektrizität; die Ablenkung erreichte  $18^{\circ}$ , obgleich man kein Gewölk über dem Observatorium bis auf  $30^{\circ}$  vom Zenith ab wahrnahm. Am 5. September endlich, zwischen 3 und 5 Uhr Nachmittags, gingen drei Wolken, von einem heftigen Westwinde getrieben und von Regen begleitet nach einander über Paris. Bei allen drei zeigte die Art der Ablenkung, daß die eingefogene Elektrizität anfänglich positiv war, hierauf schwächer wurde und sich plötzlich änderte, um bis zum gänzlichen Vorübergange der Wolken negativ zu bleiben.

Bei den beiden ersten betrug die Ablenkung im Mittel  $50^{\circ}$  bis  $60^{\circ}$  nach beiden Seiten; obgleich man keinen Blitz gewahrte, wuchs sie bei jedem Windstoße plötzlich um 10 Grad \*).

Das dritte Gewitter erzeugte noch beträchtlichere Ablenkungen, die zuweilen bis  $87^{\circ}$  gingen, d. h. bis nahe zum Maximum. Zehn Minuten lang war die Ablenkung im Sinne der positiven Elektrizität, und als es anfang zu donnern, wechselte sie bei jedem Schläge ihre Richtung oder stieg plötzlich um meh-

\*) Der Galvanometer war unter eine Glasglocke gestellt, um ihn gegen die Bewegungen der Luft zu schützen.

tere Grade; endlich wurde sie bleibend negativ bis zum gänzlichen Vorübergange der Wolke. Diese letzteren Versuche zeigen, daß der Galvanometer bei Untersuchungen über die atmosphärische Elektricität sehr nützlich werden kann. Wenn es erwiesen wäre, daß die Elektricität zur Bildung des Hagels beiträgt, so würde dies Instrument das einzige seyn, welches die Menge von Elektricität auf eine genaue Art kennen lehrte, die von mehr oder weniger zugespitzten und erhabenen, oder mehr oder weniger mit dem Boden verbundenen Spitzen eingefogen wird.

---

## VI.

### *Auszug aus einer Abhandlung über die Magnetisirung;*

von Hrn. SAVARY.

(Gelesen in der Akad. der Wissenschaften zu Paris am 31. Jul. 1826.  
Aus Ferr. d. Bullet. Sciences mathém. etc. Sept. 1826. p. 202.)

---

Man verdankt Hrn. Arago die wichtige Beobachtung, daß leitende Drähte, durch welche der Strom einer Volta'schen Säule oder eine Entladung von gewöhnlicher Elektricität hindurchgeht, den Stahl magnetisch machen. Die im letzteren Falle bewirkte Magnetisirung ist nach Hrn. Arago's Angabe ein sehr einfaches und sehr genaues Mittel, die Leitungsfähigkeit verschiedener Körper für die Elektricität von hohen Spannungen zu bestimmen. Das sinnreiche Verfahren, was derselbe für diese Art von Messung erdacht hat, besteht darin: 1) daß er einen elektrischen

Schlag sich unter mehrere gleiche Drähte von gleicher Natur vertheilen läßt, wodurch man den Grad der Magnetisirung kennen lernt, den gleiche Portionen dieses durch jeden Draht gegangenen Schläges bewirken; 2) daß er einen Schlag, der dem ersten gleich ist, sich unter mehrere Drähte von verschiedenen Metallen vertheilen läßt. Die Magnetisirung, welche jeder dieser letzteren Drähte erleidet, lehrt mittelst der Data des ersten Versuches das Verhältniß kennen, nach welchem der elektrische Strom sich unter diese vertheilt. Diese Versuche, bei denen die Magnetisirung nur ein Mittel ist, die Wirkung verschiedener Drähte mit einander zu vergleichen, erfordert bloß, daß die Nadeln in allen Stücken einander ähnlich sind und stets auf gleiche Art gegen diese Drähte liegen. Hr. Ampère kam auf den Gedanken, den Leitdraht (*fil conducteur*) in eine Schraubenlinie aufzurollen und so die Wirkung des Stromes zu vervielfältigen. Das Resultat des Versuches war, wie er es erwartet hatte.

Die Abhandlung des Hrn. Savary untersucht die Gesetze, nach denen der Magnetismus (*l'aimantation*) sich entwickelt und die Entfernung fortpflanzt. Die Ströme, und vor allem die elektrischen Schläge, haben den Vorthail, daß sie eine Magnetisirung bewirken, die zugleich mit ihrer Ursache aufhört, und daß sie den Einfluß einer sehr kurzen Zeit auf die Entwicklung des Magnetismus merklich machen.

Hr. Savary untersucht zunächst die Magnetisirung, wie sie von einem in gerader Linie ausgespannten Leitdrahte bewirkt wird, der lang genug ist, damit seine Enden unmittelbar keine Wirkung auf die in

verschiedenen Abständen und transversal über ihm angebrachten Nadeln ausüben.

Um nicht übertrieben starker magnetischer Kräfte zu bedürfen, ist es nöthig, nur Nadeln von sehr kleinem Durchmesser und recht gehärtete (*trempees raides*) anzuwenden. Die, welche Hr. S. zu den folgenden Versuchen gebrauchte, hielten  $\frac{1}{4}$  Millimeter ( $0''{,}1$ ) im Durchmesser, und er nahm sich vor, sie von noch viel kleinerem Durchmesser anzuwenden.

Wenn man durch den Leitdraht einen starken Schlag gehen läßt, so bemerkt man, daß, an derselben Seite des Drahtes, die Art der Magnetisirung mit dem Abstände der Nadeln von dem elektrischen Strome verschieden ausfällt. Die Nadeln, welche zwischen denen liegen, die am stärksten im entgegengesetzten Sinne magnetisirt sind, gehen durch alle Grade der magnetischen Intensität, und es giebt in dem Zwischenraume einen Punkt, wo eine Nadel keine Magnetisirung erleidet. Die Anzahl von Umkehrungen in der Magnetisirung (*changemens de sens magnétique*), der Abstand vom Drahte, wo sie Statt finden, und der Werth der Maxima, sind, bei gleicher Intensität des Schlages, von einer gewissen Relation zwischen Länge und Querschnitt des Leitdrahtes abhängig, einer Relation, die wenig von dem einfachen Verhältnisse dieser beiden Größen abweicht. Man weiß, daß Hr. Davy und Hr. Becquerel, auf sehr verschiedenen Wegen, das Leitvermögen der Metalle für Volta'sche Elektricität diesem Verhältnisse proportional gefunden haben \*).

\*) Hr. H. Davy, wie man aus dessen Abhandlung in Bd. 71.



Es giebt von dem Verhältnisse zwischen Länge und Querschnitt des Leitdrahtes einen gewissen Zah-

S. 241 dies. Ann. ersehen kann, bestimmte das sogenannte Leitungsvermögen der Körper, namentlich der Metalle, für Elektricität auf zwei verschiedene Arten. Ein Mal geschah es dadurch, daß er ausmittelte, wie viel Plattenpaare (oder eigentlich Plattentriaden) eines Trogapparates durch Drähte von gleichen Dimensionen aber verschiedenen Metallen entladen wurden; und dann, indem er bestimmte, welche Länge gleich dicke Drähte von verschiedenen Metallen haben mußten, um eine und dieselbe Anzahl von Plattenpaaren zu entladen. Dabei nahm er an, daß der Apparat entladen war, wenn ein zweiter Schließungsbogen aus Silberdrähten, der bei allen Versuchen mit in den Kreis gebracht und durch Wasser unterbrochen war, an seinem negativen Drahte, keine Gasblasen gab. Hiedurch fand er, daß das Leitungsvermögen eines Drahtes in einem verkehrten Verhältnisse seiner Länge steht, daß es mit der Dicke des Drahtes zunimmt, daß es der Masse desselben proportional geht, daß es von der Intensität und Menge der Elektricität abhängig ist, und besonders, daß es sich mit der Temperatur des Drahtes verändert, und zwar abnimmt, wenn diese steigt. Endlich zeigt er, daß, wenn gleich Drähte von verschiedenen Metallen, mit denen man nacheinander eine Batterie schließt, sich mit Mengen von Eisenfeile beladen, die in irgend einem direkten Verhältnisse zum Leitvermögen dieser Drähte stehen, dennoch bei einem und demselben Drahte der Magnetismus mit der Temperatur zunimmt, während das Leitvermögen für Elektricität abnimmt.

Der letzte Satz scheint mir besonders wichtig, wenigstens einer näheren Prüfung werth, weil man bei allen späteren Versuchen, die Leitung der Elektricität mit Hülfe der Magnetnadel zu bestimmen, stillschweigends angenommen hat, daß die magnetische Kraft eines Schließungsdrahtes seiner Fähigkeit, die Elektricität zu leiten, direct proportional gehe,

Hrn. Becquerel's hieher gehörige Versuche sind in den Ann. de Chim. et Phys. T. XXXII. p. 420 beschrieben und

lenwerth, bei welchem der Draht, mittelst einer gegebenen Entladung, gegebene Nadeln bis zur Sätti-

auszugswiese schon früher in dem Bulletin des Sciences mathemat. etc. T. III. p. 293 mitgetheilt. Hr. B. findet die Methode des Hrn. Davy nicht geeignet, das Leitungsvermögen der Metalle für Elektrizität in aller Schärfe zu bestimmen, weil sie der Erfahrung zuwider voraussetzt, daß jedes Plattenpaar der Säule eine gleiche Menge von Elektrizität zu dem Strome liefere, daß eine gleiche Anzahl von Plattenpaaren stets mit gleicher Intensität wirke, und daß eine Säule vollständig entladen sey, wenn sie aufhöre Wasser zu zersetzen \*). Deshalb wählt Hr. B. das nachstehende Verfahren. Zwei mit Seide überspinnene Kupferdrähte *aefb* und *cghd*, Fig. IV. Taf. II, jeder ungefähr 20 Meter lang und  $\frac{1}{2}$  Millimeter dick, werden zusammen in gleichem Sinne um einen hölzernen Rahmen gewunden und die vier Enden dieser Drähte in die mit Quecksilber gefüllten Schälchen *a, b, c, d* getaucht. In diese Schälchen reichen auch die Drähte *Pa, Pd, Nb, Nc*, von denen die beiden ersten mit dem Pole *P* und die beiden letzten mit dem Pole *N* verbunden sind. Durch diese Anordnung muß sich der elektrische Strom der Säule auf die beiden Bogen *PaefbN* und *NcghdP* vertheilen und, wie man leicht aus der Zeichnung ersieht, die beiden Drähte des Galvanometers *GG'* in entgegengesetzter Richtung durchlaufen. Die Magnetnadel *mn* im Innern dieses Apparates wird also, wenn die beiden Drahtleitungen einander gleich sind oder durch Adjustirung der mit den Polen verbundenen Drahtstücke einander gleich gemacht werden, keine Ablenkung erleiden. Dasselbe wird auch dann der Fall seyn, wenn man die Schälchen *a* und *b*, *c* und *d* durch Drähte verbindet, die eine gleiche Menge von Elektrizität hindurchlassen, indem dadurch jedem der Drähte des Galva-

\*) Eine vollständige Entladung der Säule scheint mir indess zu dieser Gattung von Versuchen gar nicht erforderlich zu seyn, wohl aber eine Entladung, die allemal denselben Grad erreicht; ein Erforderniß, dem Hrn. Davy's Methode freilich auch nicht in aller Strenge genügen mag. P.

gung magnetisiren kann. Wenn bei gleicher Dicke des Drahtes die Länge desselben zu - oder abnimmt, so

nometers eine gleiche GröÙe entzogen wird. Geschieht aber diese Verbindung durch Drähte, die ungleich leiten, so wird die Nadel abgelenkt, und zwar von Seiten der Drahtwindungen, deren Wirkungen dadurch am wenigsten geschwächt worden ist. So z. B. wird der Bogen *PaefbN* der überwiegende seyn, wenn von den die Schälchen direct verbindenden Drähten, der zwischen *a* und *b* am wenigsten leitet, und man hat entweder diese Leitung zu verstärken, oder die zwischen *c* und *d* zu schwächen, wenn der Bogen *NeghdP* dem ersteren wiederum das Gleichgewicht halten, also die Nadel zur anfänglichen Stellung zurückkehren soll. Es ist klar, daß sich auf diese Art ermitteln läßt, welche Länge, Dicke und Temperatur man Drähten von gleicher oder verschiedener Natur zu geben habe, damit sie einer gleichen Menge von Elektricität den Durchgang gestatten, und eben darauf beruht Hr. Becquerel's Methode das Leitungsvermögen der Metalle zu bestimmen. Hr. B. hat indeß den Einfluß der Temperatur auf das Leitungsvermögen nicht zum Gegenstand seiner Untersuchung gemacht. Er begnügt sich, die Drähte sämmtlich bis auf die Temperatur des schmelzenden Eises zu erkälten und bringt sie überdies mittelst eines passlichen Gestelles sämmtlich auf gleiche Weise und mit beiden Enden zugleich mit dem Quecksilber der Schälchen in Berührung.

So hat nun Hr. B. zunächst gefunden, daß, wenn man bei einem Apparate, wie er in Fig. IV. Taf. II abgebildet ist, die Schälchen *a* und *b* durch einen Kupferdraht von beliebiger Dicke und von der Länge eines Decimeters verbindet, man alsdann die Schälchen *c* und *d*, entweder durch zwei Kupferdrähte von zwei Decimeter Länge, oder durch drei Kupferdrähte von drei Decimeter Länge u. s. w., alle diese Drähte von gleicher Dicke mit dem ersten vorausgesetzt, verbinden muß, wenn die Magnetnadel in ihrer anfänglichen Lage bleiben soll. Hieraus schließt derselbe, daß Drähte von demselben Metalle eine gleiche Menge von Elektricität leiten, wenn sich ihre Ge-

kann dieselbe Entladung nicht mehr dieselben Nadeln so stark magnetisiren. Die magnetische Intensität,

welche verhalten wie die Quadrate ihrer Längen, welchen Satz er auch für Drähte von verschiedener Dicke bestätigt findet. So blieb die Magnetnadel in Ruhe, als das eine Schälchen durch einen Kupferdraht von 110 Millimeter Länge und 427 Milligrammen Gewicht, und das andere durch einen Kupferdraht von 34 Mill. Länge und 40 Milligrm. Gewicht verbunden wurde, wo  $427 : 40$  nahe gleich  $= (110)^2 : (34)^2$ . Hr. B. betrachtet dies als eine Bestätigung des schon früher von Davy aufgestellten Satzes, daß das Leitvermögen der Körper für die Elektrizität der Säule nicht mit den Oberflächen, sondern mit den Massen dieser Körper wachse,

Hr. B. verbindet nun die Schälchen durch Drähte von gleicher Dicke aber von verschiedenen Metallen, und findet er nun z. B. daß ein Draht von Kupfer bei einer Länge von zwei Decimeter eben so viel Elektrizität hindurchläßt, wie ein Draht von einem anderen Metalle bei einer Länge von einem Decimeter, so sagt er, das Leitungsvermögen des Kupferdrahts sey doppelt so groß, wie das des anderen Metalles. Auf diesem Wege hat Hr. B. das Leitungsvermögen der von ihm untersuchten Metalle im folgenden Verhältniß angetroffen;

Kupfer	100	Platin	16,40
Gold	93,60	Eisen	15,80
Silber	73,60	Blei	8,30
Zink	28,50	Quecksilber	3,40
Zinn	15,50	Kalium	1,33

Den Metallen, welche als Drähte angewandt werden konnten, war im Drahtzuge eine und dieselbe Dicke gegeben. Quecksilber und Kalium wurden in calibrirte Glasröhren eingeschlossen, deren Weite der Dicke jener Drähte genau gleichkam.

Mit dieser Untersuchung hat Hr. B. noch eine zweite verknüpft, über die Frage: ob der Schließungsdraht einer Säule in allen seinen Punkten eine gleiche Wirkung auf die Magnetnadel ausübe, und zwar ist diese Untersuchung auf folgende

welche diese bewirken kann, nimmt sehr langsam ab, wenn man die Drähte verlängert, hingegen viel schnell-

Art geleitet worden. Es sey  $MM'$  (Fig. V. Taf. II) eine gewöhnliche Säule,  $PA$  und  $PB$  zwei Metallstifte an den Enden derselben und  $PV$  der Schließungsdraht, an den, von seiner Mitte  $o$  aus, die unter sich gleichen Kupferdrähte  $aa, b\beta, c\gamma$  etc.  $a'a', b'\beta', c'\gamma'$  etc. in gleichen Abständen von einander angelöthet sind. Verbindet man nun zwei dieser Kupferdrähte, z. B.  $aa, b\beta$ , durch Vermittlung zweier mit Quecksilber gefüllten Schälchen, mit den Enden eines empfindlichen Galvanometers, so wird die Magnetnadel stark abgelenkt, und zwar, wie Hr. B. bemerkt, um so stärker, je kleiner der Abstand  $ab$  ist. Taucht man aber hierauf auch die Enden der Drähte  $c'\gamma', d\delta'$  in die Quecksilber-Schälchen, und so, daß ein zweiter dem ersten entgegengesetzter Strom entsteht, so kehrt die Nadel zu ihrer anfänglichen Lage zurück. Hieraus schließt Hr. B., daß die Wirkung des Schließungsdrahtes entweder in allen Punkten dieselbe sey, oder auch von den Enden der Säule abwärts in einem arithmetischen Verhältnisse abnehme, d. h. die Differenz zwischen den Intensitäten an den Punkten  $a$  und  $b$  eben so groß sey, wie die zwischen den Intensitäten in  $b'$  und  $a'$ .

Fast gleichzeitig mit Hrn. Becquerel hat auch Hr. Barlow in Woolwich (Edinb. philosoph. Journ. Vol. XII. p. 105) Versuche über das Leitungsvermögen der Metalle angestellt und unter andern gefunden, daß dasselbe bei einem und demselben Drahte sich verhalte umgekehrt wie die Quadratwurzel seiner Länge. Der Raum erlaubt nicht, diese Versuche hier ausführlich mitzutheilen; nur so viel muß ich bemerken, daß, wenn auch die Versuche des Hrn. Barlow richtig sind, seine Resultate es doch nicht seyn können, weil er von der unrichtigen Annahme ausgeht, daß die Kraft eines im magnetischen Meridiane liegenden Schließungsdrahtes auf die Magnetnadel unter ihm, proportional sey der Tangente des Winkels, um welchen er diese Nadel ablenkt. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur unter andern den Aufsatz des Hrn. Prof. Schmidt im Bd. 70. S. 243 dieser Annalen nachlesen. P.

ler, wenn man sie verkürzt. Je weniger ein Metall d. ist, was man einen Leiter heißt, je kürzer muß ein Draht, bei gegebenem Durchmesser, seyn, wenn er für dieselbe Entladung eine gegebene Art von Nadeln bis zur Sättigung magnetisiren soll.

So wie Härte und Dicke der Nadeln einen großen Einfluß haben auf die Umkehrung der Polarität (*changemens de signe*), welche sie bei der Magnetisirung erhalten, so hat dagegen die Länge derselben Nadeln nur einen sehr geringen. Es wurden Nadeln von derselben Härte und demselben Durchmesser, aber von funfzehn, zehn und fünf Millimeter ( $6''',6$ ;  $4''',4$ ;  $2''',2$ ) Länge, bei gleichen Abständen von dem Leitdrahte, der nämlichen Entladung ausgesetzt. Die Zahl und Form in den Perioden der magnetischen Intensität waren dieselben für diese verschiedenen Arten von Nadeln; der Abstand des Drahtes von den Punkten, wo die Magnetisirung das Zeichen wechselte, war in vielen Fällen derselbe, in andern sehr wenig verschieden, kaum um einen Millimeter. Diese Gleichheit bestand noch für die Umkehrung der Polarität (*changemens de signe*), welche in mehr als 22 Mm. ( $9''',7$ ) Abstand von dem Drahte Statt fand, obgleich dort der Abstand der 5 Mm. langen Nadel vom Draht ungefähr das Zehnfache ihrer halben Länge betrug, und sie also in allen ihren Punkten von Seiten des Stromes beinahe gleiche Wirkungen erleiden mußte.

Als numerische Beispiele mögen hier die magnetischen Wirkungen einer und derselben durch verschiedene Drähte geleiteten Entladung angeführt seyn. Im Zustande der Sättigung machten die stark gehärte-

ten Nadeln von 15 Mm. (6<sup>'''</sup>,6) Länge, 60 Oscillationen in 23 Sekunden.

1) Ein Platindraht von 0,12 Mm. (0<sup>'''</sup>,05) Dicke und 4,3 M. (13,3 par. Fufs) Länge. Alle Nadeln von der ersten, die den Draht berührte, bis zur entferntesten, in gleichem Sinne magnetisirt. Die Nadel, welche am stärksten magnetisirt worden, war um 5 Mm. (2<sup>'''</sup>,2) vom Drahte, und machte 60 Oscillationen in ungefähr 26 Sekunden.

2) Derselbe Draht, einen Meter lang. Alle Nadeln in gleichem Sinne magnetisirt. Die am stärksten magnetisirte Nadel machte 60 Oscill. in 23<sup>''</sup>,2, war also bis zur Sättigung magnetisirt. Ihr Abstand vom Drahte betrug ungefähr 10 Mm. (4<sup>'''</sup>,4).

3) Derselbe Draht, einen halben Meter lang. Zwei Umkehrungen der Pole (*changemens de signe*), die erste bei ungefähr 3 Mm. (1<sup>'''</sup>,3), die zweite bei 9 Mm. (4<sup>'''</sup>,0). Das Maximum der Magnetisirung 29 Sekunden für 60 Oscillationen.

4) Ein Platindraht von 0,24 Mm. (0<sup>'''</sup>,1) und 2 M. (6,2 par. Fufs) Länge. Dieselben Wirkungen wie bei dem Drahte von 0,12 Mm. Dicke und 0,5 M. Länge. Dieselbe Umkehrung der Pole; dasselbe Maximum bei 54 Mm. (15<sup>'''</sup>,0) vom Drahte.

5) Derselbe Draht von 0,24 Mm. Dicke und 1 M. (3,1 p. F.) Länge. Vier Umkehrungen der Pole; die erste bei 0,6 Mm. (0<sup>'''</sup>,3) vom Drahte, die andere ungefähr bei 5 Mm. (2<sup>'''</sup>,2), 8,5 Mm. (3<sup>'''</sup>,7) und 22 Mm. (9<sup>'''</sup>,7); das Maximum 60 Oscillat. in 34 Sekunden.

6) Ein Platindraht von 0,37 Mm. (0<sup>'''</sup>,16) und 1 M. (3,1 p. F.) Länge. Vier Umkehrungen der Pole und

Anfang einer dritten Periode, wo man nur schwache Abnahmen der Intensität wahrnahm und die für eine stärkere Entladung zwei neue Umkehrungen der Pole (changemens de signe) gegeben haben würde. Die am vom Drahte und Nadel befand sich 60 Mm. (26",6) stärksten magnetisirte machte 60 Oscill. in 56".

Die Zahl der Umkehrungen der Pole ist um so gröfser, je dicker und kürzer der Draht ist. Damit aber die Magnetisirung nicht zu schwach werde, muß man alsdann stärkere Schläge anwenden. In dem Mafse, als man diese verstärkt, findet sich das Maximum der Magnetisirung, für denselben Draht, in gröfseren Abständen von diesem Drahte und sein Werth nimmt nur sehr langsam zu.

Der Draht von 0,75 Mm. (0,37 Mm.  $\frac{1}{2}$  P.) Dicke gab, bei einer Länge von 0,65 M. (2,0 p. F.), nur mittelst einer Entladung, die weit stärker war, als die oben beschriebene, sechs Umkehrungen der Pole, die letzte bei 28 Mm. (12",5) vom Drahte; das Maximum der Magnetisirung lag ungefähr bei 0,2 M. (53",0) vom Drahte.

Die Wirkung ist sich gleich in der ganzen Länge eines und desselben Drahtes. Wenn der Bogen aus mehreren Drähten von verschiedener Dicke zusammengesetzt ist, so ist die Form der Umkehrungen der Pole und der Intensität des Magnetismus, geringe Unterschiede abgerechnet, im Allgemeinen dieselbe bei allen Drähten. Die Art, wie ein Theil des Bogens die Wirkung der anderen Theile abändert, gestattet den Einfluß der Leiter von verschiedener Gestalt und Gröfse, den Einfluß einer Flüssigkeit und eines Metalldrahtes, so wie den Einfluß der Funken von verschie-



gener Länge, in verschiedenen Mitteln und unter verschiedenem Drucke mit einander zu vergleichen.

Wird ein Draht durch die Entladung zerrissen, so bleiben die magnetische Wirkung und die Abwechslung der Pole dieselben, wenigstens bei einem etwas großen Abstände von dem Punkte des Risses.

Man wird sich erinnern, daß Hr. Arago gezeigt hat, daß die Magnetisirung der Nadeln dieselbe ist, sie mögen in eine isolirende Substanz eingehüllt seyn, oder ohne Einhüllung der Wirkung des Stromes ausgesetzt werden. Diese Gleichheit findet selbst dann Statt, wenn die Entladung den Nadeln mehrere Pole giebt. Nadeln, in mit Schelllack versiegelten Glasröhren eingeschlossen, erleiden dieselben Wirkungen, als wenn sie durch nichts von dem Strome getrennt würden. Das Glas wirkt in diesem Falle nur wie die Luft, welche die Nadeln umgiebt und sie gleichfalls isolirt.

Die Umkehrungen der Pole bei Kompaßnadeln, welche der Blitz bewirkt, lassen sich durch die so eben beschriebenen Magnetisirungserscheinungen erklären; doch können sie auch daraus erfolgen, daß das elektrische Fluidum auf die Nadel entgegengesetzte Wirkungen hervorbringt, je nachdem es an dieser oder jener Seite derselben vorbeigeht.

Nachdem Hr. S. die Wirkung getadliniger Leitdrähte untersucht hat, setzt er die von schraubenförmigen Drähten auseinander. Man weiß durch die Beobachtungen des Hrn. Arago, und dies stimmt mit der Theorie des Hrn. Ampère überein, daß im Innern eines hinreichend langen Schraubendrahtes die

Nadeln, welche dessen Axe parallel liegen, eine gleiche Magnetisirung erfahren, wie weit sie übrigens auch von dem Umkreise des Drahtes entfernt sind. Dies kann nur dann Statt finden, wenn alle Punkte der Nadeln gleiche Wirkungen erleiden. Indefs, als Hr. S. die Intensität der Entladung veränderte, erhielt er die Nadeln bald in dem einen, bald in dem andern Sinne magnetisirt; man findet so bis gegen drei Umkehrungen der Polarität, und das Maximum der Magnetisirung, den Zustand der Sättigung, bald im einen, bald im andern Sinne. Hier, wie bei den geradlinigen Leitern, hängen die Umkehrungen der Polarität, und der Werth der Maxima, von der Dicke und Länge des Drahtes ab; sie hängen aber auch von dem Abstände zwischen den Schraubengängen ab. Die angewandten Schraubendrahte hatten oft 2 bis 4 Decimeter (7",3 bis 14",7) Länge. Gleichwie Hr. Arago es bei schwächeren Wirkungen beobachtet hat, ist die erzeugte Magnetisirung constant im Innern derselben, ausgenommen in den den Enden sehr nahe liegenden Theilen. Wie auch die Richtung und die Intensität des Magnetismus seyn mag, welche die in der Mitte und parallel der Axe liegende Nadel empfängt, so finden sich doch alle Nadeln, welche dieser Axe parallel liegen, ebenfalls in demselben Sinne und in demselben Grade magnetisirt, sie mögen sonst auf irgend eine Art gelegt seyn.

Man hat bei den ersten Versuchen des Hrn. Arago gesehen, daß derselbe Nadeln, die in Röhren von Glas oder Holz befindlich waren, magnetisirte, ohne daß die Wirkung des Stromes oder Schlages auf diese Nadeln dadurch abgeändert worden wäre. Er hatte

sich vorgenommen, statt des Glases und Holzes verschiedene andere Substanzen zu nehmen, überliefs es aber gern Hrn. Savary, diefs weiter zu verfolgen.

Hr. Savary hat beobachtet, dafs ein Metall, was ausserhalb der Bahn des elektrischen Fluidums liegt, isolirt, wenn man will. (was gleichgültig ist) durch Glasplatten, in einer sehr kräftigen Weise, auf die Richtung und Stärke der Magnetisirung einwirkt. Die Wirkungsart des Metalles hängt von der Intensität der Entladung ab; sie geht so unter dem Einflusse verschiedener Entladungen durch eine Reihe von entgegengesetzten Zuständen, analog den Polaritäten von entgegengesetzten Zeichen, die unter denselben Umständen die kleinen Stahlnadeln auf eine bleibende Weise erlangen.

Unter dem Einflusse eines geradlinigen Leitdrahtes bietet die Wirkung der Metallplatten mehrere besondere Fälle dar.

1) Eine grofse Platte zwischen den Leiter und die Nadeln gebracht, schwächt, bei sehr schwachen Entladungen, die Magnetisirung sehr, und vermehrt sie bei stärkeren Entladungen. So können, bei einer und derselben Entladung, eine dünne und eine dicke Platte entgegengesetzte Resultate hervorbringen.

2) Liegen die Nadeln auf der Platte, zwischen dieser und dem Draht, so vermehrt sie (die Metallplatte), bei sehr schwachen Entladungen, die Magnetisirung der Nadeln, und zwar um so mehr, je dicker sie ist. Es giebt eine solche Entladung, dafs die Magnetisirung durch eine dicke Platte erhöht und durch eine dünne geschwächt wird. Bei stärkeren Entladun-

gen wird sie sowohl von der einen, wie von der andern geschwächt, besonders von der letztern, von welcher die Nadeln bald einen Magnetismus erhalten, der dem, welchen der Strom allein entwickeln würde, entgegengesetzt ist.

In den schraubenförmigen Drähten wird die Magnetisirung der Nadeln erhöht, wenn sie mit einer dünnen metallischen Hülle umgeben sind; eine dicke Hülle schwächt sie. Die stärksten Schläge haben kaum eine merkliche Wirkung auf eine Nadel, die im Innern eines 5 Mm. (2<sup>''</sup>,2) weiten Cylinders von Kupfer liegt.

Die Analyse allein kann aus den beobachteten Resultaten numerische Werthe ableiten, welche die jedem Körper eigenthümliche Energie darstellen. Für schwache Wirkungen (d. i. für schwache elektrische Schläge? (P.)) hat Eisen die stärkste Kraft, dann folgen Kupfer, Zinn, Quecksilber; Eisen- und Kupferseile sind fast ohne Wirkung, wie es auch Hr. Arago bei den, durch Rotation erzeugten, magnetischen Erscheinungen beobachtet hat.

Wenn man zur Magnetisirung, statt des elektrischen Schlages, den Strom einer Säule anwendet, so üben die metallischen Hüllen eine weit schwächere Wirkung aus; doch ist sie noch sehr merklich, da man so die magnetische Intensität, welche ein Strom zu erzeugen vermag, auf ein Viertel ihres Werthes herabbringen kann.

Hr. Ampère, als er Kupferdrähte dem Einflusse sehr kräftiger Volta'scher Ströme aussetzte, und Hr. Becquerel, als derselbe Nadeln von verschiedenen

Substanzen in einen Multiplicator brachte, haben schon außerordentlich schwache magnetische Wirkungen bemerkt, die denen analog sind, welche Coulomb in denselben Körpern mittelst starker Magnetstäbe entwickelt hat. Nichts hat aber in diesen Versuchen den Grad von Wirkung gezeigt, welche andere Substanzen als Eisen während des Aktes der Magnetisirung entwickeln, vor allem ohne Einfluß elektrischer Entladungen, eine Wirkung, die der des Eisens durchaus zu vergleichen ist \*).

- \*) Mit den Beobachtungen, deren hier Hr. Savary gedenkt, sind ohne Zweifel die gemeint, welche in den Ann. de Chim. et de Phys. T. XXV. p. 269 von Hrn. Becquerel beschrieben werden. Hr. B. sucht daselbst zu zeigen, daß in allen Körpern durch den Einfluß elektrischer Ströme magnetische oder analoge Wirkungen hervorgebracht werden können, und führt als Beweis dazu die folgenden von ihm beobachteten Erscheinungen an. 1) ein geradliniger oder ringförmiger Draht von weichem Eisen, innerhalb eines mit der Säule verbundenen Galvanometers aufgehängt, stellt sich senkrecht gegen den elektrischen Strom und wird zu einem förmlichen Magneten. 2) Eisenoxyd und Feile von weichem Eisen, in eine Patrone von Papier gebracht und im Galvanometer aufgehängt, stellen sich *parallel* dem elektrischen Strome, und es zeigt sich bei Annäherung eines Magnetstabes, daß die eine Seite der Patrone ihrer ganzen Länge nach nordpolarisch und die andere Seite südpolarisirch geworden ist. 3) Nadeln von Kupfer, Holz und Schelllack scheinen sich im Galvanometer ebenfalls der Ebene der Drahtwindungen parallel zu stellen, aber die Wirkung ist schwach und erfordert nothwendig, daß man durch eine Bedeckung von Glas jeden Luftzug abhalte, auch ist die Einwirkung auf diese im Galvanometer schwebenden Substanzen sehr unbestimmt und zweifelhaft. Hr. B. hat ferner gefunden, daß eine 2 bis 3 Centimeter lange und 1 Millimeter

dicke Nadel von Holz, wenn sie an den Enden (ohne Zweifel senkrecht gegen ihre Axe) mit quadratischen Platten aus Stahl oder weichem Eisen von 2 Milm. Seite und 0,2 Milm. Dicke versehen ist, sich sehr rasch der Ebene der Drahtwindungen parallel stellt, daß sie hingegen von dieser um  $45^\circ$  und darüber abgelenkt wird, wenn statt der Platten mehr oder weniger lange Drähte von Eisen (ohne Zweifel parallel mit der Axe der Nadel) angebracht werden. Hr. B. glaubt hierdurch die Wirkung der elektrischen Ströme auf das Holz verstärkt zu haben und sieht sie als erwiesen an. — Ich kann nicht bergen, daß mir diese ganze Untersuchung, was den Einfluß der sogenannten elektrischen Ströme auf nicht metallische Substanzen betrifft, sehr wenig zu beweisen scheint und daß auch der folgende Versuch des Hrn. Ampère wohl noch einer weiteren Bestätigung bedarf. Hr. Ampère hatte nämlich, wie Hr. Becquerel in derselben Abhandlung berichtet, einen Kupferstreifen zu einem Reifen gekrümmt und innerhalb des Schließungsbogens einer Voltaschen Säule so aufgehängt, daß er denselben nirgends berührte. Bei Annäherung eines Hufeisenmagneten soll nun der Kupferstreifen bald sich gegen die Arme des ersteren bewegt haben, bald von diesen abgestoßen worden seyn, und zwar: suivant le sens du courant dans les conducteurs environnans sich also wahrscheinlich der Ebene der Drahtwindungen parallel gestellt haben. — Weiteres und Bestimmteres ist von diesem Versuche, den Hr. Ampère in Gemeinschaft mit Hrn. August Delarive zu Genf angestellt hat, nicht angegeben worden. (P.)

---

## VII.

*Ueber die durch Schwingungen, Rotation und Ablenkung versichtbarte Gegenwirkung zwischen der Magnetnadel und andern metallischen oder nicht metallischen Substanzen;*

von

G. F. P O H L.

Die Phänomene der sogenannten elektrischen Ladung sind öfter schon mit den Wirkungen des im Stahl permanenten Magnetismus verglichen worden. Man betrachtete die elektrische Ladung als eine reelle und directe Mittheilung gleichnamiger elektrischer Thätigkeiten und schloß umgekehrt wieder von dieser vermeintlichen Ladung auf die Phänomenologie des Magnetismus zurück, den man sonach als eine ähnliche, nur auf irgend eine Weise modificirte elektrische Ladung des Stahls ansehen und begreiflich machen wollte. Aber dieser Ansicht fehlt es, schon vermöge des dabei ganz unbestimmt gelassenen Verhältnisses zwischen beiden durchaus verschiedenen Erscheinungsgebieten, eben so sehr an Haltung, wie der aus den elektromagnetischen Wirkungen abstrahirten Hypothese einer empirischen Identität der Elektricität und des Magnetismus überhaupt, und sie wird dadurch vollends unstatthaft, daß, während der permanente Magnetismus des Stahls unfehlbar eine direct mitgetheilte, und im Sinne der früheren Einwirkung fortbestehende Thätigkeit ist, die sogenannte elektrische

Ladung keineswegs in einer solchen unmittelbaren Mittheilung besteht, sondern vielmehr, wie ich in einer besondern Abhandlung (Kasner's Archiv, B: 6. S. 385), und am ausführlichsten im 5ten Abschnitte meines *Processus der galvanischen Kette* gezeigt habe, eine der vorhergehenden Einwirkung geradehin und schnurstracks entgegengesetzte Reaction der Masse ist.

Das sorgfältigere Studium dieser Reactionsercheinungen führt aber sehr bald zu umfassenderen Gesichtspunkten, von denen sich Aussichten über das Gebiet der elektrischen Phänomene, so wie über jedes Feld von Erscheinungen eröffnen, die irgend einer dynamischen Thätigkeit des Naturlebens ihren Ursprung zu verdanken haben, und es ist meine Absicht, zu zeigen, daß eben die in der Ueberschrift dieses Aufsatzes bezeichneten Wechselwirkungen zwischen dem Magneten und irgend einer nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nicht magnetisch genannten Substanz, welche anfänglich scheinbar einer leichteren Deutung fähig, durch die von dem Entdecker selbst gegebene Erweiterung ihrer Phänomenologie (s. diese Annalen B. 7. S. 390 ff.), jedoch wieder in eine räthselhaftere Gestalt gehüllt zu werden scheinen, in der That nichtsdestoweniger unter einem klaren und verständlichen Charakter hervortreten, sobald sie als Reactionsercheinungen im Gebiete der magnetischen Thätigkeit aufgefaßt werden.

Jede innerhalb eines bestimmten Quantums von Materie sich offenbarende, ihr immanente Thätigkeit ist schon als ein Streben, das mehr oder weniger stets hinter seinem Ziele zurück bleibt, nothwendigerweise an und für sich auch mit einer Hemmung, d. i. mit ei-



ner Reaction, als Ausdruck eines intensiven Beharrungsvermögens der Masse verbunden, und der allgemein herrschende Typus der Polarität in den Naturerscheinungen ist nichts anderes, als das Hervortreten dieses relativen Gegensatzes zwischen einer progressiven Tendenz und dieser mit ihr unzertrennlich verbundenen Reaction der Masse.

Wenn aber irgend eine thätige Substanz auf eine andere dadurch einwirkt, daß sie die letztere zu einer mit der ihrigen gleichnamigen Thätigkeit erregt, so muß vollends um so viel mehr, bei dieser in gesonderten Massen Statt findenden Wechselwirkung, ein Gegensatz zwischen Empfangniß und Fortpflanzung der mitgetheilten Thätigkeit einerseits, und zwischen einer gleichzeitigen Reaction gegen diese Mittheilung andererseits in der bekannten polaren Form obwalten, vermöge welcher die ungleichnamigen Extreme der polaren Thätigkeiten einander zugewandt sind, die gleichnamigen hingegen auseinander gehalten werden. Wenn in *A* eine

$$\underline{- \quad A \quad +} \quad \underline{- \quad B \quad +}$$

Thätigkeit herrscht, deren progressive Tendenz auf der einen Seite mit  $+$  und deren polare Reaction auf der andern Seite durch  $-$  bezeichnet wird, und wenn *B* durch *A* zu derselben Thätigkeit angeregt wird, so muß nicht nur in *B* ein gleicher Gegensatz der progressiven und reagirenden Wirkung, schon an und für sich hervortreten, sondern es muß insbesondere auch die reagirende Seite in *B* zunächst und unmittelbar gegen die Seite der Einwirkung von *A* aus gerichtet, und die frei hervortretende, im Sinne der eigentlichen

Erregung sich äussernde Seite der Thätigkeit in *B*, von *A* abwärts gekehrt seyn, so dass also das der positiven Seite von *A* zugewandte Extrem von *B* wiederum als ein negatives, das entgegengesetzte dagegen als ein positiv thätiges sich verhalten muss.

Dieses Ergebniss, welches die atomistische Physik aus dem particulären Gesichtspunkte fingirter, in den Substanzen befindlicher Fluida zu betrachten pflegt, bietet nun aber, je nach dem Grade der von *A* aus wirkenden Kraft und der Empfänglichkeit und Verwandtschaft für diese angeregte Thätigkeit in *B*, mannichfaltige Modificationen dar, die sich vornehmlich unter *drei* wesentlich von einander verschiedene, durch die Erfahrung dargebotene und daher wohl zu bemerkende Kategorieen bringen lassen.

## 1.

Unter günstigen Umständen kann nämlich zuvörderst die Intensität der Erregung so gross und die hervorgerufene Thätigkeit in *B* so entschieden seyn, dass die letztere, auch nachdem die unmittelbare Einwirkung von *A* auf *B* nicht mehr Statt findet, dennoch eben so und in demselben Sinne, als es während dieser Einwirkung bereits geschah, in *B* an und für sich allein fort dauert; wie es z. B. Statt hat, wenn *A* ein Magnet und *B* ein Stahlstab in dem angemessenen Zustande der Cohäsion seiner Masse ist.

## 2.

Ein geradelin als entgegengesetzt zu betrachtender Fall wird dargeboten, indem *B* nicht nur während der Einwirkung, wie lebendig übrigens auch die in *B* angeregte Thätigkeit seyn möge, bereits eine

Reaction übt, welche die ursprüngliche Wirkung in  $A$  beträchtlich schwächt, sondern ganz besonders dadurch, daß, nach der aufgehobenen unmittelbaren Einwirkung von  $A$  auf  $B$ , in dem letzteren die Reaction offen und gewaltsam in einer der bisherigen völlig entgegengesetzten Richtung der Thätigkeiten hervortritt, so daß das von  $A$  abwärts gerichtete Extrem, welches vorher positiv thätig war, jetzt, unter der lebhaften Tendenz zur Vernichtung derselben Thätigkeitsrichtung, negativ, und das nach  $A$  hingewandte, früher negative, jetzt dagegen positiv thätig erscheint, so lange bis unter diesen, den bisherigen Thätigkeiten schnurstracks entgegengesetzten, Impulsionen die erstrebte Indifferenz wirklich wiederum eingetreten und vollständig zurückgekehrt ist.

Dieser Erfolg spricht sich z. B. höchst vernehmlich aus in den bis dahin verkannten Wirkungen der Ritter'schen Ladungssäule; Ritter selbst hatte ihn so noch nicht aufgefaßt, aber seine wahre Natur, so wie das Wesentliche aller übrigen elektrischen Ladungsphänomene, auch im Gebiete der gemeinen Elektrizität, wie sie sich namentlich an der Leidner Flasche und zum Theil auch am Condensator darstellen, ist von der angegebenen Art. Zu Erörterungen darüber ist hier nicht der Ort, ich muß mich darauf beschränken, auf meine eben erwähnten Darstellungen des Gegenstandes zu verweisen. Dagegen steht es in sehr nahem Zusammenhange mit dem Zwecke des gegenwärtigen Aufsatzes, hier auf ein ähnliches Ergebniss im Gebiete der magnetischen Erscheinungen aufmerksam zu machen, von dem wir erst durch Barlow bei Gelegenheit seiner bekannten Untersuchungen über

die polare Mittheilung des tellurischen Magnetismus an Eisen- und Stahlmassen, durch eine ganze Reihe von Versuchen in Kenntniß gesetzt worden sind. Jene Einwirkung, vermöge welcher, dem allgemeinen Erregungsgesetze gemäß, in unserer arktischen Erdhälfte das untere Extrem der Eisen- oder Stahlmasse nordpolar, das obere südpolarmagnetisch erregt wird, ist dadurch bereits als ein minder kräftiger Grad der magnetischen Thätigkeit bezeichnet, daß sie nicht bleibend ist, daß sie sich mit der geänderten Lage des Eisens ebenfalls ändert und daß das Eisen in diesem Zustande zwar noch anziehend und abstoßend auf die Magnetnadel wirkt, aber nicht mehr die Kraft besitzt, das kleinste unmagnetische Eisentheilchen anzuziehen und noch weniger, dasselbe bleibend magnetisch zu machen, und auch dieser geringere Grad der Einwirkung hat bereits gänzlich aufgehört in der Weißgluth des Eisens oder Stahls; es zeigt sich alsdann wenigstens nicht in einem anderen Grade magnetisch, als alle übrige sogenannte nicht magnetische Substanzen. Der merkwürdige Uebergangspunkt aber, auf welchem gerade die Trennung vor sich geht und auf dem das Eisen, gleich allen übrigen Stoffen, die bisherige Art der magnetischen Einwirkung gänzlich von sich weist, liegt zwischen der Weißgluth und der dunkeln Rothgluth, und hier, im Zustande des hellrothen Glühens, ist es, wo das Eisen die entschiedenste, offen und klar hervortretende Reaction gegen die bisherige magnetische Einwirkung eben so bestimmt zu erkennen giebt, wie z. B. die Ritter'sche Ladungsstange und die Kleist'sche Flasche nach dem Austritte aus dem geschlossenen Kreise der Kette nur

durch eine Reaction gegen die bisherige Einwirkung sich als solche thätig verhalten. In der untern Hälfte der Eisenmasse, welche so lange nordpolar war, tritt alsdann plötzlich Südpolarität, und in der obern bisher südpolaren Hälfte tritt gleichzeitig eine entschiedene Nordpolarität einige Minuten lang hervor. Dabei sind diese polaren Reactionen nach dem Innern der Masse hin gerichtet; so daß sich die Maxima derselben in der Mitte der Eisenmasse unmittelbar zu berühren scheinen<sup>\*)</sup>, welches mit meiner, in andern Arbeiten entwickelten Ansicht über die Natur des Magnetismus, nach welcher derselbe eine in der *Einheit* der Masse *von Innen nach Außen* gerichtete *universelle* Tendenz zum Chemismus ist, deren offene Reaction mithin die entgegengesetzte Richtung von Außen nach Innen zeigen muß, sehr wohl zusammenstimmt, während die Elektrizität stets eine durch die Differenz *verschiedener* Massen *nur von Außen her* erregte *individuelle* chemische Tendenz ist, deren Maxima beim reagirenden, wie beim progressiven, Effect in die Extreme der Massen fallen.

Ich kann nicht umhin, hiermit noch die folgende Bemerkung zu verbinden. Bevor jene Reaction des Eisens gegen die Einwirkung des Erdmagnetismus eintritt, zeigt es in der dunkeln Rothgluth die gewöhnliche normale Erregung noch in viel stärkerem Grade, als in kaltem Zustande, und es könnte hieraus vielleicht Veranlassung genommen werden, die Richtigkeit der eben entwickelten Betrachtungsweise in Zweifel zu ziehen, indem ihr die Meinung entge-

<sup>\*)</sup> Man vergl. Gilbert's Annalen, Bd. 73. S. 132 ff.

gegengesetzt würde, daß die normale Polarität in Folge einer sich regenden Reaction, bis zum Momente des offenen Hervortretens der letzteren, allmählig schwinden und an Intensität fortwährend abnehmen müßte, während sie doch, nach Barlow's Beobachtungen, bis zu dem momentanen Ueberspringen in den entgegengesetzten Zustand beständig zunimmt. Allein eine solche Einwendung würde, weit entfernt, unsere Behauptung zu entkräften, vielmehr da, wo sie geltend gemacht würde, nur Mangel an Kenntniß und innerer Anschauung des eigentlichen Wesens solcher Erscheinungen verrathen. Jede dynamische Thätigkeit wird gerade durch eine zweite, ihr successiv entgegengerichtete Einwirkung bis zu einem bestimmten Grade nur um so kräftiger angefacht und nimmt an Intensität, statt zu sinken, vielmehr noch erst bedeutend zu, bis die Umkehrung, wenn sie erfolgt, in einem Momente urplötzlich hervorbricht. Ueberall lodert in der Natur die Lebensflamme vor dem Erlöschen noch ein Mal um so heller empor, und jede Seite einer polaren Erregung ist um so kräftiger, je kräftiger ihre Gegenseite ist. Unter mehreren Substanzen, welche verschiedene Grade der Empfänglichkeit für eine und dieselbe Erregung zeigen, wird man eben so in der Regel diejenige, welche den höchsten Grad dieser Empfänglichkeit besitzt, bis zu einem bestimmten Punkte auch den höchsten Grad der Reaction gegen dieselbe Erregung versichtbaren sehen, wie gerade das Eisen unter allen tellurischen Stoffen, bei einem überwiegenden Grade von Empfänglichkeit für magnetische Thätigkeit, auch in der eben angegebenen Beziehung nicht minder, wie in derjenigen, von der gleich weiter un-

ten die Rede seyn wird, die stärkste Reaction gegen die Erregung zu dieser Thätigkeit zu erkennen giebt.

## 3.

Wir kommen nun zu der noch übrigen dritten Kategorie, welche gewissermaßen den Indifferenzpunkt zwischen den beiden vorher in Betrachtung gezogenen ausmacht. Sie begreift alle diejenigen Fälle in sich, unter welchen zwischen zwei Substanzen, von denen wir, so wie oben, die eine *A*, als die ursprünglich erregende, die andere *B*, als die durch *A* erregte setzen wollen, zwar eben mit dieser Erregung eine Wechselwirkung Statt findet, die aber in *B* nicht so tief, als in den bisherigen Fällen eingreift, sondern nur von solcher Art ist, daß nach der aufgehobenen Einwirkung ein Fortbestehen der bisherigen Thätigkeit in *B* eben so wenig, als eine unter entgegengesetzten Richtungen hervortretende Reaction gegen dieselbe sichtbar wird.

Wir sind gewohnt, unter den Umständen, mit welchen diese Kategorie die überwiegende wird (denn streng gefondert ist keine für sich allein in der Wirklichkeit vorhanden), die Substanz *B* nicht sowohl als ein eigentlich dynamisch thätiges, polarisch erregtes, sondern nur als ein passives Medium, gleichsam als ein bloßes Filtrum der von *A* ausgehenden Thätigkeit zu betrachten und die, mehr oder weniger noch über die gesetzliche Abnahme durch Entfernung, hinausgehende Intensitätsverminderung der von *A* auf *B* und durch *B* hindurch weiter übertragenen Thätigkeit pflegt sodann nur als Folge eines bloß durch tragen, materiellen Widerstand bewirkten, sogenannten

unvollkommenen, Leitungsvermögens der Masse in *B* dargestellt zu werden. Diese Vorstellung beherrscht uns, so lange wir uns nicht von der gewöhnlichen Täuschung frei gemacht haben, vermöge welcher die Materie nicht als das, was sie einzig und allein nur ist, als ein bloßer Inbegriff von Erscheinungen, sondern widernatürlicher Weise vielmehr als ein absolutes Urtubstrat, als ein realer Träger der Erscheinungen gesetzt wird. Der eigentlich streng folgerechte Grundcharakter einer solchen Betrachtungsweise besteht darin, daß nach ihr, in geradem Widerspruche mit dem höchsten Zwecke wissenschaftlicher Bestrebungen, die Materie zur Hauptsache und das Leben nur zu einer angehängten Qualität, zur Nebensache gemacht wird. Dann treten an die Stelle lebendiger Thätigkeiten nur imponderable Stoffe, die wechselseitigen Erregungen der Substanzen werden zu bloßen Emanationen dieser Imponderabilien und der an sich unbegreifliche, mit größerer oder geringerer Leichtigkeit, mit mehr oder weniger Widerstand erfolgende Durchgang der letzteren durch die materiellen Substanzen muß durch eine Menge neuer, willkürlicher Suppositionen, durch eine als nothwendig gesetzte Porosität, durch relative Menge, Gestalt und Anordnung fingirter Moleculle motivirt werden. So betrachtet insonderheit der Atomismus die durch irgend eine unmagnetische Masse bis über ihre jenseitigen Gränzen hinaus fortgepflanzte Wirkung eines Magnetstabes lediglich als Ergebnis einer passiven Permeabilität dieser Masse für sein fingirtes magnetisches Fluidum und eine reelle magnetische Polarität kann, von seinem Standpunkte aus, in irgend einem Stoffe nur realisirt werden durch jene



demselben ursprünglich inwohnende magnetische Materie oder vielmehr durch zwei entgegengesetzte, anfangs neutralisirte, sodann aber wieder auf unbegreifliche Weise auseinander gegangene materielle magnetische Ursubstrate. Unter welcher Form aber vollends die Erscheinungen aufzufassen seyn werden, wenn er genöthigt ist, zuzugeben, daß die von Arago beobachteten Thatfachen nicht auf eine eigentliche magnetische Polarität, sondern immer nur auf einen unter allen Umständen repulsiven Effect zwischen dem Magnet und der reagirenden, sogenannten nicht magnetischen, Substanz hinauslaufen, dafür möge er — der beinahe so viel verschiedene hypothetische Mäntel zur Gestaltung der Erscheinungen in Bereitschaft hält, als es Klassen von Erscheinungen giebt, und der auch für diesen Fall einen neuen Ueberwurf zu erfinden oder einen älteren so umzuformen willen wird, daß das Naturleben in dieser Verhüllung, nach seiner Art zu sehen, weniger befremdend, als in der Wahrheit und Offenheit seiner ursprünglichen Offenbarung sich ihm darstellt — dafür möge er, so weit er es für nöthig erachtet, selbst Sorge tragen. Indem wir es uns anlegen seyn lassen, die Züge des Lebens in den Naturerscheinungen so rein und einfach als möglich und in stetem Zusammenhange mit dem großen Gesamtbilde der allgemeinen Naturwirksamkeit anzuschauen, so werden wir dagegen jetzt die einfache Enunciation des Wesens der in der Ueberschrift bezeichneten Phänomene folgendermaßen zusammenfassen können.

Wenn ein ursprünglich magnetischer Körper *A* in einen zweiten ursprünglich magnetischen oder magnetisch erregbaren Körper *C* auf die gemeine ent-

schieden versichtbarte Weise einwirkt und zwischen beiden irgend eine sogenannte unmagnetische Substanz *B*, Luft, Glas, Metall oder dergl. vorhanden ist, durch welche hindurch die Wechselthätigkeit zwischen *A* und *C* zu Stande kommt, so wird die letztere durch *B* dergestalt vermittelt, daß *B* nach dem allgemeinen Erregungsgesetze dabei selbst magnetisch polar erregt wird, so daß, wenn z. B. *A* nach *B* hin nordpolar ist, sodann *B* nach *A* hin südpolär, nach *C* hin nordpolar und *C* dagegen wieder auf der nach *B* und nach *A* gekehrten Seite nordpolar, auf der entgegengesetzten südpolär magnetisch ist. Wie eine an sich nicht magnetisch polare Eisenmasse im Wirkungskreise des tellurischen Magnetismus, so wird also auch *B* und eben so jede unmagnetische Substanz im Wirkungskreise eines Magneten, wahrhaft magnetisch polarisirt; aber so wie jene Eisenmasse zwar noch auf die Magnethadel, jedoch schon nicht mehr auf unmagnetisches Eisen, anziehend und abstoßend einzuwirken vermag und die Thätigkeit der einen Lage in einer andern Lage weder fortsetzt noch gegen sie reagirt, so vermag eine unmagnetische Substanz, während ihrer polaren Erregung durch einen Magneten, nicht nur nicht frei und selbstthätig auf das Eisen, sondern auch selbst nicht einmal mehr auf die Magnethadel zurückzuwirken, und nach ihrem Austritte aus dem Wirkungskreise des Magneten ist auch ihre Erregung erloschen, so daß sie, wenigstens so weit unsere Erfahrung reicht, durch keine Reaction und noch weniger durch irgend ein Merkmal ihres unmittelbaren Fortbestehens versichtbart wird. Der eigentliche Magnet wirkt frei rings um sich herum, die durch

ihm erregte unmagnetische Substanz wird aber nur in dem Grade und nach den Richtungen, in welchen sie allein nur wieder auf den Magnet zurückzuwirken vermag, ohne für anderweitige Einwirkungen eine freie Erregung übrig zu behalten, durch ihn erregt, sie ist bloß für den Magnet und den durch sie von jenem aus weiter erregten Körper magnetisch und auch diese Wechselwirkung zwischen ihr und dem Magneten äußert sich durch keine gegenseitige polarisch differente Anziehung und Abstoßung, gerade so, wie die beweglichste unmagnetische Nadel aus weichem Eisen, obgleich auf das entschiedenste durch den Erdmagnetismus erregt, dennoch niemals aus irgend einer noch so geringen Abweichung in die wahre Inclinationsrichtung durch ihn hineingezogen wird. Dennoch ist es wohl denkbar, daß vielleicht bei sehr kräftiger Einwirkung auf sehr kleine Massen ein mit wirklich freier Anziehung und Abstoßung verbundener Ueberwältigungseffect Statt finden könne, wie die Coulombschen Beobachtungen darzuthun scheinen, wenn es wahr ist, daß dabei die Wirkungen nicht bloß durch verschiedene Schwingungsmengen, sondern auch durch bestimmte Richtungen der untersuchten Substanzen, ohne innere oder adhärentende Eisentheile, verlichtbart worden sind. Außerdem würden wir also unmittelbar auf ähnliche Weise über jene magnetische Wechselwirkung zwischen den eigentlich magnetischen und den unmagnetischen Substanzen zu gar keiner Vorstellung gelangen. Allein so leicht in den letzteren die Erregung mit einer solchen Wechselwirkung auch hervorgerufen werden mag, und so geeignet jede an sich unmagnetische Substanz auch

seyn mag; durch dieselbe Wechselwirkung den magnetischen Effect von einem ursprünglich magnetisch erregten Körper durch einen dynamisch polaren Act weiter fortzupflanzen, so geschieht dieses dennoch, so lange die Einwirkung dauert, unter einer stärkeren oder schwächeren Reaction, wie die Ritter'sche Ladungskette die Primärkette schließt und zu gleicher Zeit hemmend und reagirend auf dieselbe zurückwirkt, oder wie jede durchsichtige Substanz die Thätigkeit zwischen ursprünglich leuchtenden und dunkeln Körpern vermittelt und dabei zugleich durch Reflexion von mehr oder weniger Licht dieser Wechselthätigkeit stärker oder schwächer hemmend entgegenwirkt. Und gerade jene Reaction der nicht magnetischen Substanzen ist es, welche uns die Theilnahme der letzteren an der Thätigkeit ursprünglich magnetischer Stoffe, in den von Arago zuerst nachgewiesenen Thatfachen sinnlich erkennen läßt, eben so wie das Verhältniß eines durchsichtigen Körpers zum Lichte, nicht sofern er durch den leuchtenden Körper zu gleicher Thätigkeit erregt wird und dieselbe weiter fortpflanzt, sondern vielmehr gerade dadurch, daß er ihr in einem bestimmten Grade entgegenwirkt, indem er das Licht reflectirt, auf sinnliche Weise von uns wahrgenommen wird, da er ohne jene Reflexion für das Auge so gut wie gar nicht vorhanden seyn würde \*).

\*) Ich habe nicht nöthig, erst zu bemerken, daß mir die Durchsichtigkeit etwas anderes, als die bloße passive Permeabilität im Emanationssysteme ist, mag aber darum auch wieder keineswegs für einen Anhänger der Undulationstheorie schlechthin

*Alle Erscheinungen also, welche aus der Einwirkung eines ursprünglich magnetischen Körpers, als solchen, auf eine unmagnetische Substanz hervorgehen, sind, mit geringen etwanigen Ausnahmen, nicht eigentlich directe Resultate der unmittelbaren polaren Erregung, welche die letztere durch jenen erleidet, und sind daher auch nicht durch attractive Effecte begründet, sondern sie sind lediglich Erfolge einer, gleichzeitig mit jener Erregung, gegen dieselbe geäußerten Reaction, die bei verschiedenen Substanzen in verschiedenem Grade und bei dem unmagnetischen Eisen, so lange die Erregungsintensität nicht einen bestimmten Punkt überschreitet, gerade am stärksten hervortritt; und diese Reaction äußert sich dem gemäß immer nur als ein repulsiver Effect zwischen dem Magneten und der unmagnetischen Substanz, ohne Unterschied des dargebotenen Pols, und nicht etwa nur in einer oder gewissen, sondern in allen Richtungen schlechthin, nach welchen der Magnet seine erregende Thätigkeit über die Substanz verbreitet, so daß, wenn die letztere oder der Magnet in Folge dieser Repulsionen in Bewegung gesetzt, oder eine bereits aus anderweitigen Ursachen Statt findende Bewegung derselben dadurch modificirt wird, die Wirkung jedesmal eine GröÙe ist, welche aus den sämtlichen nach verschiedenen Richtungen zugleich erfolgten Antrieben, so weit sie durch kein mechanisches Hinderniß gehemmt sind, resultirt.*

gelten, die meines Dafürhaltens nicht viel weniger mechanisch und unzureichend als die Newtonianische genannt zu werden verdient.

**Pohl.**

Ich will jetzt nur noch kürzlich nachweisen, wie alle bisher bekannt gewordene Erscheinungen dieses Gebiets der eben entwickelten Ansicht auf das vollkommenste entsprechen, und die Beschreibung einiger Versuche hinzufügen, die ich zur Constatirung derselben Ansicht unter veränderten und eigenthümlichen Formen selbst angestellt habe.

Was zuvörderst die verminderte Menge der Schwingungen der Magnetenadel innerhalb bestimmter Schwingungsweiten über unmagnetischen Substanzen und namentlich über Metallscheiben antrifft, so folgt dieselbe, nebst dem Isochronismus der einzelnen Schwingungen, aus einer der schwingenden Nadel überall stetig entgegengesetzten repulsiven Wirkung eben sowohl, wie aus dem attractiven Effect, welchen man den neuen Erscheinungen, bei der ersten Bekanntschafft mit ihnen, als zureichenden Grund unterzulegen sich veranlaßt sah. Es ist nach unserer Ansicht zugleich eben so klar, daß die Wirkung mit der zunehmenden Entfernung der Nadel von der reagirenden Substanz abnehmen und daß sie mit der nach der Dicke wachsenden Masse der letzteren bis auf ein bestimmtes Maximum, wenn die Zunahme wegen der Entfernung der Massentheile unmerklich zu werden beginnt, zunehmen müsse.

Die Abweichung der Declinationsnadel über einer in der Horizontalebene rotirenden Metallscheibe, in der Richtung der Rotation, scheint hingegen bei ihrer verhältnißmäßsig beträchtlichen Größe aus einem bloßen attractiven Effect der fliehenden, von der Nadel verfolgten, Massenpunkte schon nicht mehr recht genügend begriffen werden zu können. Dagegen bil-

det, der Stoß einer der Nadel unaufhörlich entgegen-tretenden Repulsion ein bei weitem kräftigeres Moment, von solcher Angemessenheit, daß sich darin die Gewalt, welche die Nadel nicht nur so weit aus der Declinationsrichtung zu verdrängen, sondern sie auch bei hinlänglicher Geschwindigkeit der Rotation beständig umherzutreiben vermag, sehr wohl erkennen läßt.

Der entscheidende Versuch Arago's, worin ein am Wagebalken im Gleichgewichte mit der andern Seite lothrecht aufgehängener Magnetstab durch die rotirende Scheibe aufwärts abgestoßen wird, ist mit der anfänglichen Ansicht geradelin unvereinbar und allein von unserm Gesichtspunkte aus verständlich. Die Hauptrichtung der erregenden Thätigkeit des Stabes gegen die Scheibe erstreckt sich in der Perpendicular-linie von oben nach unten; dieser Wirkung direct entgegen üben die unter dem Pole liegenden erregten Punkte der Scheibe eine Reaction, deren Stoßkraft noch dauert, wenn schon andere und immer andere heranrückende Massenpunkte in gleichem Sinne fortwirken, so daß die Summe dieser für einen Zeitmoment zusammengedrängten Repulsionen mächtig genug wird, den Stab zu heben und ihn, da sie von da an immer so viel an Zuwachs gewinnt als sie verliert, in derselben Entfernung von der Scheibe so lange gehoben zu erhalten, als die letztere mit derselben Geschwindigkeit zu rotiren fortfährt. Eine solche Abstoßung des Stabes muß ohne Ausnahme über allen Punkten der Scheibe und ohne Unterschied der Richtung, nach welcher die Scheibe rotirt, nur nach Maßgabe der an verschiedenen Stellen verschiedenen Ge-

Schwindigkeit der Rotation auch in verschiedenem Grade Statt finden; am Rande der Scheibe ist sie am stärksten und wird gegen die Mitte zu schwächer und ganz unmerklich.

Die Wirkung der Scheibe auf die Magnetnadel in der Richtung irgend eines Durchmessers derselben hat Arago ebenfalls an einer horizontal rotirenden Scheibe mit Hülfe einer Inclinationsnadel nachgewiesen. Er hat dabei einen Indifferenzkreis, welcher dem Rande concentrisch und ihm näher als dem Mittelpunkte liegt, beobachtet, über welchem die Wirkung Null ist, und er nennt die Thätigkeit der Scheibe diesseits desselben, nach dem Rande zu und darüber hinaus, eine Abstoßung; die jenseitige Wirkung hingegen, welche ebenfalls eine Abstoßung ist, stellt er als eine Anziehung nach dem Mittelpunkte hin dar, woraus man sieht, daß er den innern Zusammenhang der Erscheinungen noch nicht vor Augen gehabt hat, dessen Auffindung jedoch, wenn er sie gleich damals nicht beabsichtigte, eben durch eine solche Anticipirung des bestimmten Ausdrucks, sehr erschwert werden konnte.

Es schien mir vortheilhafter, zur experimentalen Demonstration der eben erwähnten Erfolge, an der Stelle der wagerechten eine in der Verticalebene um eine Horizontalaxe rotirende Scheibe und dem gemäß an der Stelle der Inclinationsnadel eine Declinationsnadel zu benutzen; die Ergebnisse sind dadurch leichter und zuverlässiger darzustellen und in ihrem Zusammenhange vollständi-



ger zu übersehen und zu studiren. Wir wollen sie daher hier in dieser Gestalt unserer Betrachtung unterwerfen.

Der Kreis *adbe* Fig. 6. Taf. II. stelle die um *c* rotirende verticale Scheibe, von etwa 1 Fuß Durchmesser aus starkem Kupferblech, vor. Ihre Ebene ist senkrecht auf der Ebene des magnetischen Meridians, von der sie in dem lothrechten Diameter *ab* durchschnitten wird. Die Declinationsnadel, in einem sie ganz umschließenden, durchsichtigen Gehäuse, wird entweder mit ihrem Nordpol auf der Südseite, oder mit ihrem Südpol auf der Nordseite der Scheibe möglichst nahe an die zu untersuchenden Punkte der letzteren gestellt. In beiden Stellungen ist die Wirkung vor einem und demselben Punkte der Scheibe wesentlich immer eine und dieselbe, nur ist die Ablenkung der Nadel in der Horizontalebene, weil sie auf entgegengesetzten Seiten der Scheibe auch durch entgegengesetzte, aber nach einer und derselben Richtung sollicitirte Pole der Nadel bewirkt wird, auch auf beiden Seiten entgegengesetzt. Wir wollen uns die Nadel und den Beobachter diesseits auf der Südseite der Scheibe denken, so daß ihm *d* in Osten, *e* in Westen liegt, und demgemäß die Richtungen der Statt findenden Bewegungen bezeichnen. Die Scheibe macht in einer Minute gegen 1200 Umläufe. Sie rotire zuvörderst in der Richtung *adbe*, von Westen nach Osten, und der Nordpol der Nadel werde zuvörderst vor den Punkt *a* geführt, so weicht derselbe sogleich sehr stark, etwa 30°, nach *Osten* ab, und diese Ablenkung bleibt sodann, der Art nach, dieselbe, wenn die Nadel allmählig von *a* nach *c* hinabrückt, nur wird

sie um so kleiner, je tiefer die Nadel unter *a* zu stehen kommt, und vor *c*, wenn sie nicht schon früher unmerklich wird, ist sie völlig Null. Rückt die Nadel von hier aus noch weiter nach *b* hin fort, so beginnt eine allmählig wachsende *westliche* Ablenkung, die in *b* wieder am größten ist. Wenn dagegen während des Herabrückens der Nadel von *a* durch *c* nach *b* die Scheibe in der Richtung *aebd* von Osten nach Westen rotirt, so hat man dieselben Erscheinungen wie vorhin, nur unter gerade entgegengesetzten Ablenkungen; die Ablenkung ist anfangs von *a* aus westlich, bis in *c*, wo sie Null ist, und von da bis *b* zeigt sie sich östlich. Alle diese Bewegungen entstehen ganz so, wie diejenigen der Declinationsnadel über der Horizontalscheibe und bedürfen daher keiner weiteren Auseinandersetzung.

Wäre die Nadel nicht durch den Stift, auf welchem sie schwebt, gehindert, nach einer auf der Scheibe senkrechten Richtung von ihr zurückzuweichen, so würde sie zugleich auch noch diese Bewegung, in der Nähe des Randes stärker, nach der Mitte zu schwächer, zeigen, ganz aus den nämlichen Gründen, nach welchen der perpendicular über der Horizontalscheibe hangende Magnetstab in dem oben erwähnten Versuche von ihr abgestoßen wird.

Ausserdem aber macht sich nun auch noch wirklich an der Nadel eine dritte, von den bisher angegebenen verschiedene Bewegung bemerkbar, falls die Oeffnung des Hütchens nur geräumig, die Nadel lang und leicht genug ist und der Schwerpunkt derselben sehr nahe unter der Spitze des Stiftes liegt, auf welchem sie schwebt. Man nimmt alsdann nämlich auch

in der Richtung des Perpendiculardiameters eine kleine *Hebung* des zuvörderst vor  $a$  befindlichen Pols der Nadel wahr, und zwar ohne Unterschied in beiderlei Rotationen der Scheibe, sie mag von Osten nach Westen oder von Westen nach Osten umlaufen. Diese Hebung ist also eine Abstoßung nach der Richtung  $ba$  des Diameters, welche der Erregungstendenz des Pols, die Masse der Scheibe nach der Richtung  $ab$  zu magnetisiren, entgegengerichtet ist und nach derselben Aetiologie wie die bisher betrachteten erfolgt. Wenn nun aber die Nadel noch tiefer hinabrückt und sich mit ihrem Pol etwa vor dem Punkte  $n$  befindet, so sieht man die Hebung alsobald auch geringer werden und diese Abnahme muß, unserer Ansicht gemäß, in der That aus einem zwiefachen Grunde Statt finden. Erstens schon deshalb, weil die Geschwindigkeit der Rotation zwischen  $a$  und  $c$ , unter jeder tiefer liegenden Stelle  $n$  geringer ist, als über derselben, womit eine Abnahme der Stosskraft aus bereits oben entwickelten Ursachen unzertrennlich verbunden ist. Zweitens, wie besonders zu berücksichtigen ist, daher, weil nun auch außerdem eine abstoßende Wirkung von oben nach unten hin, in der Richtung  $an$  auf den Pol sich geltend macht, indem dieser jetzt die über ihm befindlichen Massenpunkte der Scheibe nach der Richtung  $na$  magnetisch zu erregen trachtet. Somit ist klar, daß, wenn man die Nadel noch tiefer hinabrücken läßt, sie endlich vor einen Punkt  $o$  kommen müsse, bei welchem sich beide entgegengesetzte Repulsionen, von oben und unten her, das Gleichgewicht halten müssen, so daß die bisherige Hebung des Pols völlig Null geworden und die Nadel in vollkom-

men horizontaler Lage einzig und allein nur noch nach Osten oder Westen hin abgestoßen ist. Es ist eben so klar, daß dieser Indifferenzpunkt  $o$  zwischen  $a$  und  $c$  jedesmal näher nach dem Rande  $a$ , als nach der Mitte  $c$  der Scheibe hin liegen müsse, weil die Repulsion von  $a$  her, vermöge der größeren Rotationsgeschwindigkeit der höher liegenden Massenpunkte, die entgegengesetzte, von  $c$  her, in der Richtung  $ca$  thätige Repulsion bereits überwältigt haben muß, bevor die Nadel vor der Mitte des Radius  $ca$  sich befindet. Es muß also auch, wenn die Nadel von jenem Indifferenzpunkte  $o$  noch tiefer nach  $c$  hinabrückt, die Repulsion von oben her das Uebergewicht erhalten und, wie es die Erfahrung zeigt, statt der bisherigen Hebung, eine Depression desselben Pols eintreten, die eben von Arago, in der Form, unter welcher sie sich ihm an der Inclinationsnadel über der horizontalen Scheibe darbot, eine Anziehung nach dem Centrum der Scheibe hin genannt wurde, während sie einzig und allein auch eine wahre Abstoßung ist. Diese Depression des Pols nimmt begreiflich mit dem weiteren Hinabrücken unter  $o$  wiederum ab und verschwindet mit der Annäherung des Pols an  $c$  gänzlich. Bei fernerer Bewegung des letzteren von  $c$  nach  $b$  hin tritt begreiflich wieder eine Hebung ein, die vor einem Indifferenzpunkte  $p$ , der eben so weit von  $b$ , als  $o$  von  $a$ , etwa um  $\frac{1}{3}$  des Radius, entfernt liegt, abermals Null geworden ist, und von da an hat man wiederum eine bis  $b$  zunehmende Depression des gegen die Scheibe gerichteten Pols der Nadel \*).

\*) Um diese nur in einem Umfange von wenigen Graden Statt findenden Resultate rein und deutlich vor Augen zu haben,

Die eben betrachtete abwechselnde Hebung und Senkung läßt sich nun aber bestimmter und anschaulicher in der Gestalt einer wechselnden Ablenkung nach Osten und Westen verfolgen, wenn man die Nadel nicht, wie bisher, an dem verticalen Diameter *ab*, sondern an dem horizontalen *de* successiv vorüberführt. Dagegen erscheint alsdann die dortige östliche und westliche Ablenkung hier wieder als eine starke Senkung und Hebung des Pols der Nadel; nämlich wenn die Scheibe von Westen nach Osten in der Richtung *ead* rotirt, in *d* als eine Depression, die bis *c* hin abnimmt und von da in eine bis *e* hin wachsende Hebung des Pols sich verwandelt, und wenn dagegen die Rotation von Osten nach Westen gerichtet ist, so sind dieselben Sollicitationen in entgegengesetzter Ordnung vorhanden. Damit sie indeß die beabsichtigte Darstellung der östlichen und westlichen Ablenkung nicht stören und unzuverlässig machen mögen, so ist es jetzt rathsam, sich einer solchen Nadel zu bedienen, deren Suspension ihr, ohne Eintrag der Beweglichkeit in der Horizontalebene, gar keine oder wenigstens nicht eine beträchtliche Bewegung in der Verticalebene erlaubt \*). Die Abstoßung, welche dem-

muß man eine Nadel gebrauchen, die beinahe in ihrem Schwerpunkte suspendirt, dabei durch zwei horizontale, von der Mitte ausgehende, auf ihrer Längsaxe rechtwinklige, sehr dünne und wohl polirte Seitenarme im Gleichgewichte erhalten und durch zwei mit ihrer Schärfe gegen diese Arme gerichtete Verticalschneiden gehindert wird, nach Osten und Westen zu decliniren, so daß ihr nur die Bewegungen in der Verticalebene übrig bleiben. Pohl.

\*) Die von mir zu diesem Behufe angewandte Nadel war, wie die oben erwähnte, 3 Zoll lang; aber das Hütchen befand

nächst vor *de* bald östlich bald westlich wird, eben so wie oben vor dem Verticaldiameter *ab* die Hebung und Senkung wechselte, zeigt sich nun auch eben so in der nämlichen, völlig ungeänderten Ordnung, die Scheibe mag von Westen nach Osten oder in entgegengesetzter Richtung rotiren. In *d* nämlich, am östlichen Rande, ist diese Abstoßung stets eine östliche Ablenkung, sie wird dann mit dem Fortrücken der Nadel nach *c* hin kleiner und ist Null vor dem Indifferenzpunkte *q*; von da an wird sie zur westlichen Ablenkung, die wieder nach *c* hin verschwindet; jenseits *c* tritt wieder östliche Ablenkung ein, bis zu einem Indifferenzpunkte *r*, für welchen  $cr = cq = cp = co$  ist, und von da an hat man wieder bis zum westlichen Rande in *e* eine immer zunehmende westliche Ablenkung. Das Ursachliche dieser Erscheinungen, als Conflict der Erregungstendenz, welche die Nadel in der Richtung des Diameters *de* nach entgegengesetzten Seiten zugleich geltend macht, und der gegen diese Erregung aufstrebenden, zur wirklichen Repulsion werdenden Reaction des Metalls der Scheibe, bedarf für niemand, der unserer obigen Deutung gefolgt ist, einer weiteren Auseinandersetzung. Eben so würde

sich, von einer leichten, cylindrischen, Messingröhre getragen,  $\frac{1}{2}$  Zoll hoch über ihrer Mitte, welche durchbohrt war, um den  $\frac{1}{2}$  Zoll hohen Stift, auf dessen Spitze das Hütchen schwebte, durchzulassen. Da die geschärften Ränder des Bohrloches den sehr dünnen polirten Stift enge umschlossen und nur ein Minimum von Spielraum gestatteten, so war die Inclinationsbewegung fast gänzlich gehemmt und bei der geringen Friction und der magnetischen Kräftigkeit der Nadel die Declination dennoch für den Zweck der Beobachtung vollkommen frei und lebendig. Pohl.

es überflüssig seyn, wenn wir die Wirkungen von andern außerhalb der beiden Diameter  $ab$  und  $de$  liegenden Punkten der Scheibe noch besonders angeben wollten, da sie sämmtlich den bisherigen Erörterungen streng gemäß sind und daraus von selbst hervorgehen.

Die mathematische Theorie dieser Klasse von Erscheinungen wird hoffentlich bald, wenigstens bis zu einem Punkte, ausgebildet werden können, auf welchem das Quantitative der Wirkungen unter allen zur Sache gehörigen Bedingungen in genügender Uebereinstimmung mit der Erfahrung festzustellen seyn wird.

Ich habe außerdem noch die Richtigkeit meiner Ansicht an dem folgenden, mir eigenthümlichen, Versuche erprobt. Ich liefs einen cylindrischen Reifen von starkem Kupferblech um seine horizontal und senkrecht gegen den magnetischen Meridian gerichtete Axe rotiren und führte an der Südseite des Cylinders, in der durch seine Rotationsaxe gedachten Horizontalebene, längs der in sie fallenden Seitenlinie des Cylinders, von einem Endpunkte derselben zum andern die Declinationsnadel vorüber, so dafs der Nordpol der letzteren successiv vor allen Punkten dieser Linie und ihnen möglichst nahe zu stehen kam. Unserm Gesichtspunkte gemäß mufs das Resultat eines solchen Versuchs darin bestehen, dafs vor dem östlichen Rande der Cylinderfläche die Nadel eine östliche Ablenkung erleidet, die nach der Mitte der Seitenlinie hin abnimmt, ohne hier in eine entgegengesetzte Ablenkung überzugehen, völlig Null wird, und dafs darauf gegen den westlichen Rand hin eine westliche Ablen-

kung eintritt, die wieder eben so zunimmt und vor ihm ein Maximum wird. Und so verhielt es sich in der That, die Rotationsrichtung des Cylinders mochte von Norden nach Süden oder von Süden nach Norden gehen, begreiflich auch dann, wenn die Nadel an der Nordseite des Cylinders mit ihrem Südpol vorübergeführt wurde, nur daß dann die Abstoßung dieses Pols nach Osten auf dem östlichen Rande eine westliche Declination — und seine Abstoßung nach Westen auf dem westlichen Rande eine östliche Declination der Nadel hervorbrachte.

Die bestimmte Richtung des Cylinders, so wie der Verticalscheibe, gegen die Weltgegenden, welche in den beschriebenen Versuchen beobachtet worden, ist übrigens auf keine Weise eine wesentliche Bedingung für die angegebenen Resultate; diese finden auch bei jeder andern Lage der rotirenden Körper Statt, wenn dabei nur die Declinationsnadel durch einen oder mehrere Magnetstäbe in die entsprechende Lage gebracht wird, die ihr in den obigen Versuchen der Erdmagnetismus an und für sich ertheilte; ja es können dadurch selbst diejenigen Ablenkungen, welche außerdem nur geringe und weniger in die Augen fallend sind, viel größer dargestellt werden, wenn die Nadel durch eine solche Anordnung der stärkeren dirigirenden Kraft des Erdmagnetismus zum Theil auf eine solche Weise entzogen wird, daß die im Experimente bewirkten Sollicitationen eben damit nur einen um so größeren Ausschlag gewinnen. Die Versuche gestatten überhaupt, wie ein jeder, dem das Princip derselben klar geworden, leicht einsieht, eine große und unerschöpfliche Mannichfaltigkeit von Abänderungen



und die experimentale Seite der Physik ist durch sie in extensiver wie in intensiver Hinsicht auf eine höchst interessante Weise gleich sehr erweitert worden.

Es schien mir noch eine besonders wesentliche Aufgabe für das Experiment zu seyn, das Verhalten eines beweglichen elektromagnetischen Leiters in Conflict mit einer rotirenden Metallscheibe zu versuchsbarren. Ich gebrauchte dazu einen 8" langen und 0,05" dicken Kupferdraht, welcher in der Richtung eines Durchmessers der Horizontalscheibe, ihr parallel und möglichst nahe über ihr an einigen offenen Seidenfäden suspendirt war. Ueber den Rändern der Scheibe war er senkrecht aufwärts gebogen und seine Extreme endeten, in einer geringen Entfernung von einander, in der Drehungsaxe mit kleinen kupfernen Quecksilbergefäßen, in welche die amalgamirten Spitzen der Zuleitungsdrähte eingetaucht waren. Mechanische Einwirkungen blieben durch einen hinlänglich großen, zwischen dem Draht und der Scheibe befindlichen, Papierschirm beseitigt. Die einfache galvanische Kette, aus verdünnter Schwefelsäure in Verbindung mit einer 18 Quadratzuß großen Kupferfläche und einer gleichen Zinkfläche bestehend, warf den Draht, vermöge der Wirkung des Erdmagnetismus auf seine beiden 8" langen vertical aufgebogenen Seitenarme, lebhaft nach der Ost-Westebene hin, so daß er nach mehreren Schwingungen ganz unverrückt in ihr festgehalten wurde. Als darauf die Kupferscheibe unter der horizontalen Papierwand in rotirende Bewegung gesetzt wurde, fand auch sogleich, wie zu erwarten war, eine in der Rotationsrichtung erfolgende Bewegung des Elektromagneten Statt, die jedoch nicht in Rotation überging,

sondern es war bei einer Geschwindigkeit der Scheibe von etwa 800 Umläufen in einer Minute nur möglich, den Draht um einen Winkel von etwa  $20^\circ$  aus der Ost-Westebene auf dieser oder jener Seite, nach welcher hin die Scheibe rotirte, abgestoßen zu erhalten. Sobald die Bewegung der Scheibe aufhörte, oder nur an Geschwindigkeit nachliefs, ging der Leiter sogleich wieder zur Ost-Westebene zurück; wenn alsdann aber die Scheibe schlenngt nach derselben Richtung hin in Bewegung gesetzt wurde, so konnten durch wiederholte Abwechslungen solcher Art grössere Elongationen erzeugt werden, die aber auch so nicht weit über  $50^\circ$  sich hinausführen liefsen, da das Moment der richtenden Kraft in den beiden Seitenarmen, deren Länge zusammen 16" betrug, in Vergleich mit der Wirkung zwischen der Scheibe und dem einfachen, nur halb so langen horizontalen Draht zu mächtig war, um grössere Abweichungen zu gestatten. Die Erfolge beweisen indeß, worauf es allein wesentlich ankömmt, die repulsive Wirkung des unmagnetischen Metalls der Scheibe gegen den Elektromagneten eben so, wie sie gegen den gemeinen Magneten Statt findet, und es ist klar, daß mit einer Verminderung des Moments der richtenden tellurischen Kraft, etwa durch Verkürzung der Verticalschenkel des Drahtes oder unter irgend einer andern zweckgemäfsen Abänderung der bewegliche Elektromagnet über der rotirenden Scheibe eben so wie die gemeine Magnetnadel in anhaltende Rotationsbewegung zu setzen sey.

Berlin, den 1. November 1826.

G. F. Pohl.

## VIII.

*Ueber das Verhalten der organischen Körper in  
höheren Temperaturen;*

von

OTTO UNVERDORFEN zu Dahme.

(Fortsetzung.)

II. Von den Destillaten aus Pflanzenstoffen.

1. *Indigo*. Unterwirft man Indigo der trocknen Destillation, so geht zuerst Wasser und Oel, späterhin ein Harz mit Oel über. Die Producte der Destillation bestehen aus:

1) Einem ungefärbten ätherischen Oele, das nicht brandig riecht, sondern wie Indigo, der stark erhitzt oder destillirt wird. Dieses oxydirt sich an der Luft, wird gelb und bringt hervor: *a*) Ammoniak, *b*) einen eigenthümlichen Stoff, den ich Crystallin nennen und sogleich näher beschreiben werde, *c*) einen rothen, in Wasser mit gelber Farbe, auflösbaren Körper, *d*) eine Schleimharzsäure, *e*) eine Spur eines in Kali auflösbaren Harzes, *f*) ein nur in Alkohol und Aether auflösliches, gelbbraunes Harz, und *g*) einen braunen nur in Vitriolöl auflösbaren Körper.

2) Aus einer sehr geringen Menge einer flüchtigen Säure, die der Butter Säure ähnlich ist; 3) aus einem in Kali, Alkohol und Aether auflösbaren Harze; 4) aus unzersetztem Indigo; 5) aus einer in Alkohol und Aether unlöslichen schwarzen Materie; 6) aus einem in Wasser löslichen braunen Extracte, das mit

Basen Verbindungen eingeht, die denen des Extractes aus dem *Oleum animale* ähnlich sind, und 7) aus einem eigenthümlichen alkalischen Körper.

Dieses Alkali ist flüchtig, farblos, mit Wasser leicht zu verflüchtigen, schwerer als Wasser und in diesem weniger auflöslich als das Odorin. Es verbindet sich mit Säuren und giebt mit ihnen krystallisirbare Salze, weshalb ich es *CrySTALLIN* nennen werde. Es riecht stark und ähnlich dem frischen Honig. Es bläut nicht geröthetes Lackmuspapier. An der Luft bildet es einen rothen, in Wasser mit gelber Farbe löslichen Körper. Von den Säuren wird es durch dieselben Körper getrennt, welche das Odorin von jenen abscheiden.

Schwefelsäure mit *CrySTALLIN* in Berührung gebracht, macht sogleich den Geruch desselben verschwinden. Bei gehöriger Concentration der Flüssigkeit schießt aus derselben, selbst wenn sie Säure in Ueberschuß enthält, ein Salz an. Um dies zu reinigen, kann man es mit absolutem Alkohol abspülen, da dieser wenig davon auflöst. Dies Salz muß in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, weil sich sonst schwefelsaures Fuscine bildet. Durch Liegen an der Luft erlangt es einen schwachen Geruch nach *CrySTALLIN* und hat den Geschmack der freien Base. Im absoluten Alkohol ist es bei gewöhnlicher Temperatur nur in geringer Menge auflöslich; in siedendem Alkohol löst sich aber mehr auf, und es krystallisirt dann beim Erkalten in großen Blättern heraus. In wasserhaltigem Alkohol löst es sich leicht, in Aether dagegen gar nicht. Alkalien, wie alle einfachen Basen, scheiden daraus das *CrySTALLIN* sogleich ab. Für sich erhitzt, giebt es anfangs eine geringe Menge Wasser

und dann CrySTALLIN; hierauf bleibt ein durchsichtiger gelber Körper zurück, der beim Erkalten erstarrt und saures schwefelsaures CrySTALLIN ist. Diefes weiter erhitzt, giebt flüchtiges krySTALLISIRbares schwefligsaures CrySTALLIN, viel Ammoniak und Odorin mit der Säure (schweflige Säure? (P)); eine Kohle, die vollkommen verbrennt, bleibt zurück.

Die Phosphorsäure giebt mit dem CrySTALLIN ein neutrales, leicht krySTALLISIRbares und ein saures Salz, welches letztere durch Abdampfen nicht zum KrySTALLISIREN gebracht werden kann, wohl aber durch Hinzufügung von Alkohol und Aether. Mit der Benzoësaure verbindet sich das CrySTALLIN nicht; dagegen giebt dieses mit der Butter- und Brandsaure öltartige Verbindungen, die im Wasser etwas schwer auflöslich sind und sich leicht destilliren lassen.

II. Der *Kleber* giebt bei trockner Destillation 1) ein dem Thieröl ähnliches ätherisches Oel, 2) eine geringe Menge von der Thier-Brandsaure, viel Harz, 4) eine Spur von Odorin, und 5) kohlen-saures Ammoniak.

III. *Tabak*. Der Tabak aus der Nieder-Laufitz, für sich destillirt, giebt Wasser, Oel und Harz. Diefse Producte bestehen aus: a) einem ätherischen Oele, das so riecht, wie erhitzter, befeuchteter Tabak; b) einer öltartigen Säure, die bei der Destillation zuerst übergeht und fast so riecht, wie die Säure der Schleimharze; c) Brandsaure, der Thierbrandsaure ähnlich; d) einer Menge eines in Kali auflöslichen rothbraunen Harzes; e) eine Spur eines in Kali und Säuren unlöslichen Pulvers; f) einer geringen Menge Odorin; g) einer in Wasser auflöslichen *Basis*, die schwieriger mit Wasser überdestillirt, als Odorin und einen kratzenden Geschmack,

so wie einen unangenehmen, stechenden, zum Husten reizenden Geruch besitzt. Diese Basis in Wasser gelöst und mit Schwefelsäure vermischt, zersetzt sich beim Einkochen und bildet Odorin, Fuscin und Ammoniak; 4) aus Fuscin, das jedoch, wenn es nicht mehrmals mit Wasser destillirt worden, leicht etwas Alkali enthält und dadurch harzig wird; 5) aus dem rothen, in Säure auflöslichen, in Aether aber unauflöslichen Körper, der dem Fuscin ähnlich ist; 6) aus einem in Wasser auflöslichen, braunen, extractartigen Körper, der sich mit Basen verbindet, mit Kali eine in Wasser lösliche und mit Kalk eine unlösliche Verbindung giebt, welche letztere gelbroth und pulverförmig ist und durch Säuren sogleich zersetzt wird; 7) aus einem dem vorigen ähnlichen Körper, der nur mit Silber und Quecksilber unauflösliche, mit Kalk, Baryt, Blei, Kupfer, Bittererde u. s. w. aber lösliche Verbindungen giebt. Die Verbindungen mit Silber und Quecksilber sind gelbbraun. Dieser Körper schmeckt eben nicht charakteristisch, sieht bläsgelb aus und dickt wie Gummi ein.

Eben so verhält sich der gute amerikanische Tabak und der Tabakschmirlgel von inländischen Blättern, nur ist bei letzterem das ätherische Oel dem ätherischen Holzöl ähnlich. Der Schmirlgel von feinen Tabaksforten enthält eine flüchtige Basis, die in geringer Menge auch schon in der vorher untersuchten enthalten ist. Diese Basis verhält sich hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zur Schwefelsäure der vorigen gleich. Sie hat einen äußerst ekelhaften Geruch, der schon in sehr geringer Menge, oft eine halbe Stunde anhaltend, Ekel und Neigung zum Erbrechen verursacht,

Nächstens werde ich ihre Eigenschaften genauer untersuchen.

IV. *Guajakharz*. Die Producte bei der Destillation dieses Harzes sind verschieden nach der Höhe der Retorte. Je höher die Retorte ist, desto stärker wird das Harz zersetzt und desto leichtflüssiger ist das Destillat. Wenn man die Destillation in runden Glasretorten vornimmt, geht 1) ein dünnflüssiges Oel nebst etwas wenigem Wasser über, und dann 2) ein schwarzer Theer; geschieht aber die Destillation in einer kupfernen Blase, so geht alles flüssig über.

Das ätherische Oel mit einem Achtel seines Gewichts an Alkali und mit vielem Wasser destillirt \*) und sodann auf gleiche Art wie das *Oleum animale* behandelt, giebt folgende Producte.

a) Ein ätherisches Oel, das leichter als Wasser und sehr flüchtig ist, sehr stark, etwas rettigartig riecht, keine Farbe besitzt, aber sich leicht bräunt und eine dem Guajak eigenthümliche Brandsäure, Harz und etwas Odorin bildet. Dasselbe läßt sich in jedem Verhältnisse mit Aether, Alkohol und Oelen mischen und wird nicht von verdünnten Säuren und Alkalien angegriffen. Von dem Verhalten zu concentrirten Säuren soll weiterhin die Rede seyn. Diefs Oel macht ungefähr  $\frac{1}{2}$  des Guajaks aus. — b) Ein anderes ätherisches Oel, das schwerer mit dem Wasser zu verflüchtigen ist, als das vorige, aber doch noch leicht durch Wasser abdestillirt werden kann. Es ist schwerer als

\*) Man hat immer nur wenig Oel zur Zeit in die Retorte zu bringen, weil es, besonders zu Ende der Destillation, äußerst stark aufstößt.

Wasser. Es riecht nicht so stark als das vorige und besitzt einen schwachen Beigeruch nach der weiterhin folgenden Brandsäure, der jedoch durch wiederholte Destillationen immer mehr und mehr verschwindet. Diefes Oel macht  $\frac{1}{3}$  des Guajaks aus. — c) Eine geringe Menge Odorin; — d) einen in Alkohol und Aether unlöslichen Körper, der braunfärbt und sich nur in Vitriolöl auflöst; — e) ein Harz, das in kaltem Alkohol schwer, in siedendem aber leicht auflöslich ist, und beim Erkalten daraus niederfällt, das sich gleichfalls leicht in Aether und Oelen, aber nicht in Kali auflöst und nicht vollkommen schmilzt, sondern nur zusammenbackt; — f) ein Harz, das in Alkohol und Aether, aber nicht in Kali auflöslich ist; — g) ein Harz, das in Kali und Alkohol auflöslich ist; — h) ein Harz, das in Kali auflöslich ist, aber vom Alkohol nicht gelöst wird, oder wenigstens nur in geringer Menge, da es sich beim Erkalten meist absetzt. Diefes beträgt wohl  $\frac{1}{3}$  des angewandten Guajaks und besitzt nicht dessen Eigenschaft, durch Salpetergas blau gefärbt zu werden. Es ist stark braun gefärbt und sonst dem Colophon ähnlich. — i) Eine öartige Säure, die in ihrem Verhalten zu den Alkalien der Thier-Brandsäure ähnlich ist.

Diese Säure erregt auf der Haut oder auf der Zunge ein weit stechenderes Brennen, als ätherische Oele, riecht rein brandig, reizt die Augen zu Thränen und schmeckt nicht sauer, sondern brennend stechend. Sie ist schwerer als Wasser, röthet nicht das mit Alkohol befeuchtete Lackmuspapier und treibt die Kohlensäure nicht aus, weder für sich durch Kochen mit kohlensaurem Kalk, noch durch Kochen mit Alkohol oder



Wasser und diesen Basen. Auch treibt sie die Essigsäure nicht vollkommen aus; doch wird guajakbrandsaures Bleioxyd gebildet, wenn man eine geistige Lösung der Säure mit der des essigsauren Bleioxyds vermischt, obgleich das letztere nicht vollständig zersetzt wird. Die Säure löst sich in starkem Alkohol in jedem Verhältnisse, und selbst noch leicht im Alkohol von 30° und im gewöhnlichen Branntwein. Sie ist gelbbraun und oxydirt sich nicht schnell an der Luft. Sie löst sich leicht in Kali auf und bildet damit eine bräunliche Lösung, die einen brennenden beissenden Geschmack besitzt und die sich an der Luft hält, ohne, wie die übrigen Brandsäuren, in Caprische Säure und Harz umgewandelt zu werden. Die Guajakbrandssäure in Ueberschuß einer Kalilauge hinzugefügt und hierauf abgedampft, bis die Lösung ölig geworden, bildet ein guajakbrandsaures Harz, das beim Erkalten der Flüssigkeit in krySTALLINISCHEN Körnern, Aesten und Geweben anschießt, an denen man aber keine KrySTALLFÄCHEN wahrnimmt. Diese krySTALLINISCHEN Körner sind dem Wallrath ähnlich, enthalten sehr viel Wasser, schmelzen in der Wärme und verlieren dann ihr Wasser, werden fest und brüchig und schmelzen nun nicht mehr. Weiter erhitzt, bräunt sich die Masse, bildet ein wenig Caprische Säure und viel von einem in Kali löslichen bräunlichen Körper; dabei läßt sie viel Guajakbrandssäure entweichen.

Die krySTALLINISCHEN Körner bilden sich noch besser, wenn man die concentrirte Auflösung des guajakbrandsauren Kalis zu gleichen Theilen erst mit absolutem Alkohol und dann mit Aether mischt, worauf sich dann bald diese Körner absetzen. Die über den

Körnern stehende Lauge wird abgedampft, bis sich eine Haut auf der Flüssigkeit bildet. Beim Erkalten erstarrt alsdann die Flüssigkeit zu einem seifenartigen Körper, der das guajakbrandsaure Kali ist. Dieses zerfließt nicht an der Luft, löst sich wenig in absolutem Alkohol und noch weniger in Aether und Oelen. Wenn es längere Zeit in diesem Hydratzustande an der Luft geschmolzen wird, färbt es sich sehr schön blan, doch geschieht dies gewöhnlich nur an den Rändern. Ein saures oder basisches Salz habe ich nicht erhalten können. Die Säuren, selbst die Kohlensäure, zersetzen dieses Salz sogleich, indem sie Brandsäure abscheiden.

Das Ammoniaksalz ist ölarartig, im Wasser schwer auflöslich und giebt beim Erwärmen Ammoniak von sich. Mit dem Kalk giebt die Säure ein schwer lösliches Salz, eben so mit Baryt. Mit den Erden und Metalloxyden giebt sie unlösliche Verbindungen. Die mit Blei ist weiß, fließt schon im siedenden Wasser wie ein Harz, löst sich in Alkohol etwas, in Aether aber nicht, und wird durch Alkalien vollständig zerlegt. Die mit Kupferoxyd ist rothbraun, in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen nicht auflöslich, ist nicht harzig und wird durch Alkalien in ein basisches Salz verwandelt. Durch Kochen an der Luft wird es in ein gelb bräunliches Pulver verwandelt, das ein Harzkupferoxyd ist und eine Spur einer der Butter Säure ähnlichen Säure enthält. Das guajakbrandsaure Eisenoxydul ist weiß und wird, wahrscheinlich dadurch, daß es sein Hydratwasser verliert, beim Kochen schwarz.

Der schwarze Theer, welchen man bei der trocknen Destillation des Guajaks erhält, liefert *a)* ein leicht flüchtiges ätherisches Oel, das einen schwachen Beigeruch nach ätherischem Guajaköl besitzt; — *b)* ein weniger flüchtiges Oel, das dem vorhin unter *b)* angeführten sich gleich verhält und schwerer als Wasser ist. Die übrigen Körper sind den schon genannten gleich; nur ist bei dem Theer eine größere Menge Harz vorhanden. Dieses besteht aus einem in Kali löslichen Harze, das sich durch die Kohlensäure der Luft schon in einer Nacht so stark aus der Kalilösung ausscheidet, daß die ganze Flüssigkeit zu einer Gallerte erstarrt.

*V. Colophon.* In einer gläsernen Retorte destillirt, giebt es ein wenig Oel und gleich darauf einen steifen Theer. In einer hohen kupfernen Blase erhitzt, liefert es nur Oel und ein wenig Wasser. Dieses Wasser enthielt *a)* ein wenig Essigsäure, *b)* eine geringe Menge Odorin, und *c)* eine geringe Menge von Harz und ätherischem Oel.

Das ölartige Destillat noch einmal mit Kali und Wasser destillirt, giebt *a)* ein ätherisches Oel, das leichter als Wasser ist, und im Geruch dem ätherischen Oele von der Destillation des essigsauren Kalis nahe kommt; doch weit schwächer riecht wie dieses. Es bräunt sich sehr leicht an der Luft und muß daher in ganz gefüllten Flaschen aufbewahrt werden. In Alkohol löst es sich wenig. Gießt man auf den Rückstand in der Blase noch einige Male Wasser und wiederholt die Destillation, so geht *b)* wohl die Hälfte des ganzen Oels über, obgleich immer in sehr geringer Menge im Verhältniß zum übergelassenen Was-

fer. Dieſe Oel, das ebenfalls leichter als Waſſer iſt, ſiedet erſt bei einer ſehr hohen Temperatur und muß außerſt viel Waſſer, haben um überzudeſtilliren. Es bräunt ſich nicht leicht an der Luſt, und löſt ſich nicht leicht in VVeingeiſt von 60°, dagegen leichter im abſoluten Alkohol, und ebenfalls leicht in Aether und Oelen. Es hat noch die merkwürdige Eigenſchaft, ſich ſehr leicht in concentrirter alkalischer Colophon-Kalilauge aufzulöſen, wird aber durch zugeſetztes Waſſer, wenn auch unvollſtändig und mit Harz verunreinigt, daraus wieder abgeſchieden. Er riecht ſchwach dem vorhergehenden Oele a) ähnlich.

In der Retorte bleibt ein Harz zurück, welches, nachdem es durch gelindes Schmelzen von dem noch anhängenden Oele befreit worden iſt, folgende Producte liefert: c) eine Spur von einem in Kali löslichen Harze; — d) eine Spur von einem nicht in Kali aber in Alkohol löslichen Harze; — e) ein nur in Aether auflösliches Harz, das den größten Theil ausmacht; — f) einen braunen in Aether unauflöslichen Körper.

Die wäſſrige Flüſſigkeit in der Retorte giebt g) in geringer Menge Colophon-Brandſäure, die einen ſehr ſtechenden Geruch und brennend ſtechenden Geſchmack beſitzt und wohl identiſch iſt mit der aus der Theergalle. Sie iſt leichter als Waſſer, und löſt ſich leicht in Alkohol. Für ſich bräunt ſie ſich außerſt langſam.

In der Retorte, aus der die Brandſäure durch mehrere Deſtillationen mit Waſſer abdeſtillirt worden iſt, bleibt zurück: h) eine Menge eines in Kali löslichen Harzes, das dem unzerſetzten Colophon ſich

völlig gleich verhält; — *i*) eine geringe Menge eines braunen extractivartigen Körpers.

VI. *Benzoëharz* verhält sich bei der trocknen Destillation dem Colophon ähnlich und liefert *a*) ein ätherisches Oel, das sehr stark und angenehm nach Benzoë riecht, leicht flüchtig und schwerer als Wasser ist, sich leicht an der Luft bräunt und Benzoësäure, Brandsäure und eine Menge eines in Kali auflöslichen Harzes bildet; — *b*) ein schwer flüchtiges Oel; — *c*) eine geringe Menge von Brandsäure, die schwer vom Harze abdestillirt und der Colophon-Brandsäure ähnlich ist; — *d*) ein in Kali lösliches Harz; — *e*) ein nicht in Kali, aber in Alkohol lösliches Harz; — *f*) eine Spur von Odorin.

Die genannten Harze, wenn sie wieder erhitzt werden, geben die gewöhnlichen Producte und ein ätherisches Oel, das nicht nach Benzoë, sondern mehr nach dem ätherischen Colophon-Oel riecht.

Weilrauch, Myrrhen-, Anime-Harze und andere feine Harze, müssen in flachen Destillationsgefäßen erhitzt werden, wenn man wohlriechende Oele gewinnen will. In hohen Retorten und in kupfernen Blasen werden alle ätherischen Oele, auch die scharfen, terpentinöartig.

VII. *Bernstein*, wenn er mit einer Lösung von kausischem Kali in Alkohol gekocht wird, zerlegt sich *A*) in bernsteinlaures Kali und *B*) in ein Harz, das mit Kali eine Verbindung giebt, die auf einer verdünnten Aetzlauge harzartig umherschwimmt, in reinem Wasser aber leicht auflöslich ist, und das mit Ammoniak, mit Erd- und Metallsalzen braune, in Wasser unlösli-

die Verbindungen giebt, und C) in eine geringe Menge eines in Kali unlöslichen Halbharzes.

Das Harz (B) giebt für sich destillirt a) ein dem ätherischen Bernsteinöl ähnliches ätherisches Oel; — b) ein schwer flüchtiges Oel; — c) Brandsäure, die derjenigen aus Schleimharzen ähnlich ist; d) ein Harz, das in sehr schwacher Kalilauge löslich ist, durch einen größern Zusatz von Kali aber aus derselben harzartig gefällt wird, und sich im Uebrigen dem undestillirten Harze gleich verhält. Diefs zeigt, daß auch hier die Harze nicht vollkommen durch die Destillation zersetzt werden, sondern ein Theil derselben, ohne Zersetzung zu erleiden, Dampfgestalt annimmt.

Die größte Menge des Bernsteins bleibt, bei der Behandlung mit alkoholischer Kalilösung, als ein gelbes Pulver zurück, das in allen Oelen und in Aether unlöslich ist, und sich nur in Vitriolöl auflöst. Für sich erhitzt, giebt diefs Pulver Wasser, dann Oel und schmilzt nun, unter fortwährendem Aufblähen, wodurch es nie zum ruhigen Fließen kommt, und verkohlt sich darauf. Wenn man mit dem Erhitzen beim Braunwerden des Pulvers einhält, so hat sich nur eine ganz geringe Menge eines in Kali auflöslichen Harzes, nebst einer Spur von einem bloß in Alkohol und Aether auflöslichen Harze gebildet. Der größte Theil ist unveränderte Bernsteinsubstanz. Diefs Pulver verhält sich also dem Bernstein nicht ähnlich, da dieser durchs Schmelzen sich bald in ein in Kali und Alkohol auflösliches Harz verwandelt. Für sich destillirt giebt es keine Bernsteinsäure, sondern nur a) ein leicht flüßiges, das im Geruch zwischen Co-

pal, Bernstein und Mastix steht; — *b*) ein schwer flüchtiges Oel, das wenig Geruch besitzt, und sich zu Säuren wie andere ätherische Oele verhält; — *c*) ein wenig Brandsäure, der aus Schleimharzen ähnlich; — *d*) ein wenig Harz und keine Bernsteinsubstanz.

Der *Bernstein* für sich destillirt, giebt *a*) ein stark, nicht unangenehm riechendes kampherartiges Oel, *b*) sehr viel schwerflüchtiges Oel, und *c*) eine eigenthümliche Brandsäure. Diese letztere ist leichter als Wasser und riecht sehr widrig und brandig. Sie ist es, die dem Bernsteinöl seinen widrigen Geruch ertheilt.

Bernstein mit Vitriolöl gelinde digerirt, giebt eine braune Lösung, die, durch Wasser zersetzt, einen gelben Körper fallen läßt, und einen extractivartigen zurückbehält, der keine Niederschläge mit den Metalloxyden giebt.

Dieser gelbe, in Wasser unlösliche Körper ist eine Schwefelverbindung, die durch Kalilauge, Aether, Oele und Alkohol nicht verändert wird. Für sich destillirt, giebt diese Verbindung *a*) Schwefelwasserstoff, *b*) ein farbloses scharfes ätherisches Oel, das leichter als Wasser ist, und den ätherischen Oelen ähnlich riecht, die man aus den stinkenden Schleimharzen erhält; — *c*) ein schön dunkelgrünes ätherisches Oel, das so wie das vorige riecht, aber nicht so flüchtig ist, wie jenes; — *d*) schwerflüchtiges Bernsteinöl; — *e*) eine Spur von flüchtiger Säure; — *f*) eine geringe Menge Harz, und *g*) eine geringe Menge Bernsteinsäure. Ueberdies bildet sich beim Kochen des Bernsteins mit concentrirter Schwefelsäure, Gerbestoff.

VIII. Die *stinkenden Schleimharze* geben *a*) ätherische Oele, die den eigenthümlichen Geruch jeder die-

ser Stoffe besitzen und sich wie andere, durch Destillation bereitete, ätherische Oele verhalten; — b) Oele, die schwerer zu verflüchtigen sind, mehr gewürzhalt riechen und oft gefärbt sind. Das aus Sagapen ist tief dunkelgrün, das aus Galbanum grün. Die meisten dieser Oele werden bei der Destillation der Schleimharze erst gebildet, doch sind einige schon gebildet in diesen anzutreffen. — c) eine stinkende Säure, die ölartig ist und sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol auflöst, und die, in Kali aufgelöst der Luft ausgesetzt, in Butter Säure übergeht. — d) mehrere Harze, worunter das von Asa foetida Schwefel enthält. Bei Destillation der Asa foetida geht auch Schwefelwasserstoff über und es bildet sich, neben einem Oele, das nach Asa foetida riecht, ein anderes, dem Terpentinöl ähnliches; — e) die Base des Schmirgels von guten Tabaksforten.

*Bemerkungen.* Mit Ausnahme der ätherischen Oele, der Säuren und Basen, sind die Körper, welche bei trockner Destillation der verschiedenen organischen Stoffe gebildet werden, nicht flüchtig; wenigstens zersetzen sie sich größtentheils, wenn sie von Neuem für sich destillirt werden, und liefern dabei ähnliche Producte wie Körper, die gar nicht flüchtig sind. Es sind also diese Körper nur flüchtig in Verbindung mit andern flüchtigen Körpern, als Oelen, Säuren, und wenn sich letztere aus ihnen erzeugt haben, verfliegen sie mit diesen. Diese halbflüchtigen Körper erfordern also zu ihrer Destillation, je nach dem Grade der Hitze und nach der Länge des Weges, den sie zu durchlaufen haben, eine verschiedene Menge der ganz flüchtigen Körper und folglich auch eine verschiedene Zersetzung, wenn sich letztere erst aus ihnen bilden müssen.

Die wohlriechenden Harze, die harzigen Farbstoffe, das Guajakharz u. s. w. geben bei der Destillation Harze, die die Eigenthümlichkeit derer, aus welchen sie genommen sind, verloren haben und mehr dem Colophon ähnlicher geworden sind. Der Geruch der meisten Harze ist dem gleich, welchen die ätherischen Oele der destillirten Harze besitzen. Es ist also wahrscheinlich, daß auch in gewöhnlicher Temperatur die vorhin erwähnte theilweise Zersetzung Statt findet.

(Beschluß folgt.)





$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \frac{1}{x^2} = x^{-2} \\
 (2) \quad & \frac{1}{x^3} = x^{-3} \\
 (3) \quad & \frac{1}{x^4} = x^{-4}
 \end{aligned}$$

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, ZWÖLFTES STÜCK.

---

## I.

### *Ueber die Schwefelsalze;*

von

J. J. BERZELIUS.

(Beschluss.)

---

## VI. Tellurschwefelsalze.

Das Schwefeltellur ist bis jetzt wenig bekannt. Klaproth \*) hat angegeben: „dass das Tellur, wenn man es mit gleichen Theilen Schwefel zusammenschmelze, zu einer bleifarbenen strahligen Masse fließe, welche, im Destillationsgefäße bis zum Glühen erhitzt, Schwefel abgebe und eine halbgeschmolzene, poröse Masse von mäßigem Metallglanz hinterlasse, welche Schwefeltellur sey.“ Es ist mir nicht bekannt, daß späterhin jemand das Verhalten dieses Schwefelmetalls untersucht habe.

Tellur kann in allen Verhältnissen mit Schwefel zusammengeschmolzen werden und dieser färbt sich dadurch zuerst roth oder brandgelb. Wenn man die Menge des Metalles vermehrt, so wird die Masse roth beim

\*) Beiträge III. 12.

Hindurchsehen in dünnen Kanten, und schwarz im Reflexe; mit noch mehr Tellur, wird sie undurchsichtig und bleigrau. Auf trockenem Wege kann zwischen diesen beiden Körpern keine Verbindung im bestimmten Verhältnisse erhalten werden; eine solche kann nur dargestellt werden, wenn man Telluroxyd, auf nassem Wege, mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Man erhält sie eben sowohl, wenn das Telluroxyd Basis ist, als wenn es Säure ist. Im ersten Falle setzt sie sich als ein flockiger, brauner, durchscheinender Niederschlag ab, der bald dunkler und fast schwarz wird. In derselben Gestalt erhält man sie auch, wenn tellurgechwefelte Salze mit einer Säure gefällt werden. Läßt man dagegen die Lösung eines tellurgechwefelten Salzes in Berührung mit der Luft, so überzieht sich ihre Oberfläche mit einer bleigranen, metallisch glänzenden, nicht im mindesten krystallinischen Lamelle, die fortwährend an Dicke zunimmt, bis endlich alles Schwefeltellur abgeschieden ist. Das auf diese Weise erhaltene Schwefeltellur hat folgende Eigenschaften. Unter dem Polirstahle nimmt es einen glänzenden bleigrauen Strich an. Bei gelinder Hitze schmilzt es, kocht und schwellt auf, läßt sich aber nicht in einer zusammenhängenden blasenfreien Masse erhalten. Das geschmolzene Schwefeltellur ist dunkelgrau, etwas metallisch im Ansehen, zerbrechlich und leicht zu pülvern. Es ist ein Nichtleiter für Elektrizität, sowohl ungeschmolzen als geschmolzen. Im Destillationsgefäße erhitzt, giebt es Schwefel ab, der von einem geringen Tellurgehalte dunkelroth ist, und endlich bleibt, wenn die Hitze hinreichend lange fortgesetzt wird, metallisches Tellur zurück, welches,

wenn der Versuch im Vacuo geschieht, oder wenn der Rückstand herausgenommen und in einem andern Gefäße erhitzt wird, durchaus schwefelfrei ist. Es ist von silberweißer Farbe, von einem ausgezeichneten Metallglanze, leitet Elektricität, und ist im Bruche stark krySTALLINISCH. Das Tellur verhält sich also zum Schwefel ganz so, wie die edlen Metalle sich zum Sauerstoff verhalten; es wird nämlich bei einer hohen Temperatur ohne irgend einen Zusatz reducirt.

Die sicherste Art, das Tellur rein zu erhalten, besteht ohne Zweifel darin, das unreine Telluroxyd in einem wasserstoffgeschwefelten Salze aufzulösen, den Tellurschwefel (Tellurextract) daraus mit einer Säure zu fällen, und hernach das Tellur durch Destillation bei einer vorsichtig verstärkten Hitze zu reduciren, so daß der Schwefel übergeht, ohne daß sich Tellur zugleich mitverflüchtigt. — Das wasserstoffgeschwefelte Salz scheidet die basischen Metalloxyde (gewöhnlich Kupfer und Blei), welche im Telluroxyde enthalten seyn können, sämmtlich ab, und macht sie in Form von Schwefelmetallen unauflöslich; der bei Destillation des Schwefeltellurs gehen Arsenik und Selen mit dem Schwefel fort.

Das Schwefeltellur wird langsam, aber vollkommen vom kausischen Kali oder Natron aufgelöst. Die Lösung ist dunkelgelb und besteht, wie bekannt, aus tellursaurem Kali und tellurgeschwefeltem Schwefelkalium. Kausisches Ammoniak löst das Schwefeltellur nur, wenn es frisch gefällt oder noch feucht ist, und selbst dann nur in unbedeutender Menge. Die Flüssigkeit ist blasiggelb. Wenn der Tellurschwefel (Tellurextract), Arsenikschwefel (Arsenikextract),

oder Schwefelarfenik (Arseniksvaighet) enthält, was gewöhnlich der Fall ist, wenn er nicht zuvor davon befreit worden, so können diese dadurch abgeschieden werden, weil sie auch von verdünntem Ammoniak aufgelöst werden, und dieses nur wenig Tellurschwefel aufnimmt. Die wasserstoffgeschwefelten Salze werden erst beim Kochen vom Tellurschwefel zersetzt. Die höheren Schwefelungsstufen der Schwefelalkalien werden ebenfalls durch denselben ganz unvollständig und träge zersetzt. Fällt man Tellurschwefel mit einer Säure aus einer Lösung, die Hepar enthält, so ist der Niederschlag hell braungelb oder schmutzig gelb, wird aber in sehr kurzer Zeit schwarzbraun oder braun. Diese Farbenänderung scheint von einer höheren Schwefelungsstufe herzurühren, die zuerst abgeschieden und nach einigen Augenblicken zersetzt wird, gleich dem Niederschlage, den Hepar in Bleisalzen macht, welcher zuerst blutroth ist, aber nach einer sehr kurzen Zeit schwarz wird. Dieß geschieht auch, wenn ein Telluroxydsalz mit Hepar gefällt wird.

Der Tellurschwefel ist ein eben so schwach negatives Schwefelmetall, wie das Oxyd eine schwache Säure ist, und es darf nicht bezweifelt werden, daß es gegen stärker elektronegative Schwefelmetalle eine Schwefelbasis seyn kann. Die tellurgeschwefelten Salze der acht alkalischen Radikale sind alle mit bläsgelber Farbe im Wasser auflöslich und werden am besten durch Zersetzung des Sauerstoffsalzes erhalten, indem man dieß, verdünnt mit Wasser, dem Schwefelwasserstoffgase aussetzt. Tellur und Antimon haben die Eigenschaft gemein, daß sie auf nassem Wege keine neutrale Salze

hervorbringen können; deshalb wird, wenn man ihre neutralen Salze mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt, ein Theil des neugebildeten Tellurschwefels in unaufgelöst und isolirter Form abgeschieden. Um die Zusammensetzung der in Wasser auflöslichen Verbindung zu bestimmen, vermischte ich wohl abgewaschenes tellurfaures Natron mit Wasser, und setzte es einem Strome von Schwefelwasserstoffgas aus, so lange, als noch etwas absorbirt wurde. Ich erhielt eine bläsgelbe Flüssigkeit und ein schwarzes Pulver von Tellurschwefel. Die erhaltene Flüssigkeit wurde mit Salzsäure zerlegt und gab 22 Thl. scharf getrockneten Tellurschwefel, so wie 40,5 Thl. Chlornatrium. Das zer setzte Sauerstoffsalz ist  $= \text{Na Te}^2$ . Hätte das zer setzte tellurgeschwefelte Salz eine gleiche Zusammensetzung gehabt, so wäre kein Tellurschwefel übrig geblieben. Nehmen wir aber an, das Salz bestehe aus  $3\text{NaS}^2 + 2\text{TeS}^2$  oder sey zu ein-drittel tellurgeschwefelt, so entsprechen 22 Thl. Tellurschwefel, nach Zer setzung mit Salzsäure, 40 Thl. Kochsalz. Es ist also klar, daß das Salz diese Zusammensetzung gehabt hat, und daß es erlaubt ist, auf eine gleiche Formel auch für die übrigen auflöslichen Salze zu schließen. Der Tellurschwefel läßt sich mit diesen Salzen zusammen schmelzen, wird aber bei Wiederauflösung in Wasser abgeschieden; man sieht also, daß es neutrale Salze geben kann, daß aber die Wirkung des Wassers nur basische hervorbringt.

Die auflöslichen tellurgeschwefelten Salze werden an der Luft sehr schnell zersetzt; in trockner Form halten sie sich aber lange an derselben. Die geringste

Feuchtigkeit trägt bei sie zu zerstören. Die Schwefelbasis wird in ein unterschwefligsaures Salz verwandelt und der Tellurschwefel (svaflan) auf die Oberfläche der Flüssigkeit abgesetzt. In einem bedeckten Gefäße können die tellurgeschwefelten Salze mit alkalischer Basis das Glühen ertragen, ohne zersetzt zu werden; die Salze der schwächeren Basen werden aber zersetzt, auf die Weise, daß Schwefel aus dem Tellurschwefel ausgetrieben wird und hernach das Tellur eine Portion Schwefel aus der Schwefelbasis austreibt, worauf eine metallisch glänzende Metallmasse von Tellurbasis und Schwefelbasis, oder von Tellurmetall und Schwefelmetall zurückbleibt. Verschiedene von den in Wasser auflöselichen tellurgeschwefelten Salzen werden auch vom Alkohol gelöst, doch in geringerer Menge, als vom Wasser. Dabei setzt sich eine Portion Tellurschwefel ab, deren Menge sich nach der des angewandten Alkohols richtet, und die Lösung erhält hernach eine dunklere gelbe Farbe. Ich vermuthe, daß diese Wirkung eine Folge ist von der großen Menge im Alkohol enthaltenen Luft, auf deren Kosten ein kleiner Theil der Schwefelbasis oxydirt wird.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelkalium* schießt bei Abdunstung im luftleeren Raume in deutlich vierseitigen Prismen von einer bläsgelben Farbe an. Eine concentrirte Auflösung kann sogar bei  $+ 40^{\circ}$  an offner Luft abgedunstet werden, und krySTALLISIRT besser durch fortgesetztes Abdunsten, als durch Abkühlen. Das Salz wird feucht, wenn die Luft feucht ist, und wird bald schwarz. Es ist leicht zu schmelzen, sieht schwarz aus so lange es fließt, ist aber nach dem Erkalten braungelb und löst sich wieder in Wasser.



*Tellurgeschwefeltes Schwefelnatrium* und *Schwefellithium* habe ich nicht zum Anschliessen bringen können; sie trocknen im luftleeren Raume zu blasgelben Salzmassen ein, welche an der Luft leicht zersetzt werden, besonders das Lithiumsalz.

*Tellurgeschwefeltes Ammonium* giebt, wenn die Lösung im Vacuo über Pottasche verdunstet wird, Kry stallen, die denen des Kalisalzes gleichen und die an der Luft zersetzt werden. Auch im Vacuo wird ein Theil dieses Salzes zersetzt, dadurch, daß ein Theil der Basis verfliegt; aber nachdem der Raum einen Theil derselben fortgenommen hat, verdunstet der Rest ohne Zersetzung.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelbarium* erhält man am besten, wenn die Schwefelbasis mit Tellurschwefel gekocht und die Lösung im Vacuo abgedunstet wird. Das Salz schießt in großen, blasgelben, durchscheinenden, platten, schiefabgeschnittenen, vierseitigen Prismen an. Sie werden hernach sehr langsam in Wasser aufgelöst und bleiben an der Luft unverändert.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelstrontium* giebt, bei Syrupsconsistenz, Zeichen von Kry stallisation, und trocknet zu einer Salzmasse von blasgelber Farbe ein, die sich völlig wieder in Wasser auflöst. Es hält sich gut an der Luft.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelcalcium* trocknet zu einer gelben, nicht kry stallinischen Masse ein, die an der Luft sehr bald zersetzt wird.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelmagnesium* erhält man, wenn das Barytsalz mit schwefelsaurer Talkerde gefällt und die Lösung im Vacuo verdunstet wird. Es

giebt eine bläsgelbe krystallinische Salzmasse, die unverändert von Wasser aufgelöst wird und ziemlich gut von Alkohol.

Als ich versuchte, durch doppelte Wahlverwandtschaft mit tellurgegeschwefeltem Schwefelnatrium die Salze der eigentlichen Erden zu zersetzen, wurde Schwefelwasserstoff entwickelt und ein Gemenge von Erde und Tellurschwefel mit schwarzer Farbe abgeschieden. Eben so verhalten sich auch die Chromoxydul- und Uranoxyd-Salze.

*Tellurgegeschwefelte Salze von Schwefelmangan, Schwefelzink, Schwefelkadmium und Schwefelcerium* werden im ersten Augenblicke mit einer gelben, ins Braune fallenden, Farbe gefällt, die bald zunehmend dunkler wird, und endlich die Farbe des Tellurschwefels annimmt. Nach dem Trocknen sehen sie aus, wie Tellurschwefel und geben, auf die zuvor genannte Art, Schwefel bei der Destillation.

*Tellurgegeschwefeltes Schwefeleisen* ist ein schwarzer Niederschlag. *Tellurgegeschwefelter Eisenschwefel* wird in Form einer dunkelbraunen flockigen Masse gefällt, die bald zu einem zusammenhängenden Klumpen zusammenbackt. Nach dem Trocknen ist er sehr leicht zu schmelzen und läßt nach dem Glühen in einem Destillationsgefäße, wobei sehr viel Schwefel fortgeht, eine graue metallisch glänzende Masse zurück.

*Tellurgegeschwefeltes Schwefelkobalt und Schwefelnickel* werden beide mit schwarzer Farbe gefällt.

*Tellurgegeschwefeltes Schwefelblei, Schwefelwismuth, Schwefelzinn und Tellurgegeschwefelter Kupferschwefel* sind sämmtlich braune oder braungelbe Nie-

derschläge, die beim Trocknen schwarz werden, bei der Destillation Schwefel geben und als Rückstand eine graue metallisch glänzende Masse hinterlassen.

*Tellurgechwefelter Zinnschwefel* ist viel dunkler von Farbe, als das Schwefelzinnsalz, so daß sich wohl vermuthen läßt, daß diese Verbindung eher zinn-gechwefeltes Schwefeltellur ist, zumal der Zinnschwefel weit bestimmmtere elektronegative Eigenschaften als der Tellurschwefel besitzt.

*Tellurgechwefeltes Schwefelquecksilber* und *Tellurgechwefelter Quecksilberschwefel* sind, das erste dunkelbraun und der andere gelbbraun. Das erstere verwandelt sich bei Destillation, wie es bei Quecksilbersalzen gewöhnlich geschieht, unter einer zischen- den Entwicklung von Quecksilber, zu dem letzteren Salze, das bei Destillation Schwefel giebt und sich als- dann sublimirt. Der Sublimat ist dunkelgrau und giebt ein schwarzgraues Pulver.

*Tellurgechwefeltes Schwefelsilber* ist ein schwar- zer voluminöser Niederschlag, der unter dem Po- lirstahl Metallglanz annimmt. Giebt bei Destilla- tion Schwefel und läßt eine geschmolzene, bleigraue Metallkugel zurück, die nicht verändert wird, wenn man sie aufs Neue in offenem Feuer schmelzt. Diese Metallmasse ist geschmeidig und weich, wie Blei, so daß sie, ohne an den Kanten zu reißen, sich zu den dünnsten Blättchen ausschlagen läßt.

*Tellurgechwefelter Platinschwefel* hält sich lan- ge in der Auflösung, die eine tief dunkelgelbe Farbe hat, zurück, fällt aber nach ein Paar Tagen in durch- scheinenden braunen Flocken nieder, die im Trock- nen schwarz werden.

*Tellurgeschwefelter Goldschwefel* ist auflöslich in Wasser mit einer so tief braungelben Farbe, dass die Flüssigkeit undurchsichtig scheint. Nach einem oder ein Paar Tagen hat sich das meiste in Form einer voluminösen flockigen schwarzen Masse gefällt, die bei Destillation einen dunkelgefärbten Schwefel giebt und eine leichtschmelzende, graue, metallisch glänzende, spröde Metallmasse von Tellurgold giebt.

VII. Ueber das Verhalten einiger anderen Körper zum Schwefel, hinsichtlich der Bildung von Schwefelsalzen.

Das *Antimon* bildet nicht weniger als drei Reihen von Schwefelsalzen, nämlich: antimongeschwefelte, antimonigtgeschwefelte, und unterantimonigtgeschwefelte. Diese Salze verdienen viel Aufmerksamkeit, theils weil sie in der Arzneikunde eine Rolle spielen, wie z. B. der Kermes, über dessen Natur so viel gestritten worden, ein solches Salz von Schwefelkalium oder Schwefelnatrium mit einem grossen Ueberschuss von Unterschwefelantimon (Underantimon-svalighet, gewöhnliches Schwefelantimon) ist, theils, weil in der Natur krySTALLisirte Verbindungen von Schwefelantimon mit basischen Schwefelmetallen vorkommen, die gewöhnlich von den deutschen Mineralogen mit dem gemeinschaftlichen Namen: *dunkle Fäthlerze* benannt werden, und als natürliche unterantimonigtgeschwefelte Salze zu betrachten sind, unter welchen, bei näherer Untersuchung, vielleicht mehrere gefunden werden, die höhere Schweflungsstufen von Antimon enthalten. Eine Untersuchung der Antimongeschwefelsalze ist, unter meiner Leitung, von Hrn Setterberg angefangen, und ich hoffe,

der K. Akademie in Zukunft das Resultat seiner Arbeit auf diesem Wege vorlegen zu können.

Die höchste Schwefelungsstufe des *Zinns* ( $\text{SnS}^4$ , Mufivgold) hat sehr ausgezeichnete Eigenschaften einer Säure (Svafä) und giebt lösliche, zum Theil krySTALLISIRENDE Salze mit den alkalischen Schwefelbasen. Ich habe schon an einer andern Stelle (K. Vet. Acad. Handl. 1821. p. 125) verschiedene Versuche angeführt, die beweisen, daß es solche Salze giebt, eben so, daß sie, mit einem Ueberschusse von Zinnschwefel digerirt, sich in Hepar verwandeln, auf die Weise, daß sie Zinn absetzen und Schwefel aufnehmen, bis ihr Zinnschwefel sich in  $\text{SnS}^3$  verwandelt hat, welches keine Verwandtschaft zu den Schwefelbasen hat, sondern von diesen sogleich in Zinnschwefel, der sich auflöst, und in Schwefelzinn, das in Form eines schwarzen Pulvers ungelöst bleibt, zersetzt werden.

*Chrom* hat zum Schwefel eine so schwache Verwandtschaft, daß man schwerlich ein den chromsauren Salzen entsprechendes Schwefelsalz hervorbringen wird. Schmelzt man Chromoxydul mit Hepar, so erhält man, wenn die geschmolzene Masse in Wasser aufgelöst wird, Schwefelchrom ( $\text{Chr.S}^2$ ) ungelöst in Form von grauen, krySTALLINISCHEN, glänzenden Schuppen, und die Lösung enthält keine Spur von Chrom.

Wenn man dagegen zu einer Auflösung eines wasserstoffgeschwefelten Salzes eine verdünnte Auflösung von reiner Chromsäure tröpfelt, so wird zuerst ein brauner Niederschlag gebildet, der sich hernach in der Flüssigkeit auflöst und sie braun färbt. Zugleich wird ein grüngrauer Stoff gefällt. Die braune Auf-

lösung enthält eine Verbindung von Chromschwefel ( $\text{Chr S}^6$ ) mit der Schwefelbasis; sie hat aber sehr wenig Bestand und wird nicht gebildet, wenn man eine weniger verdünnte Auflösung von Chromsäure anwendet, sondern diese wird alsdann gänzlich zu einem Gemisch von Oxydulhydrat mit Schwefel reducirt. Dieselbe Auflösung erhält man auch, wenn doppeltchromsaures Kali in Wasser aufgelöst und durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas zerlegt wird. Graugrünes Schwefelchrom, das in kauftischem Kali mit grasgrüner Farbe löslich ist, wird gefällt und die filtrirte Flüssigkeit ist braun. An der Luft setzt sie Chromschwefel (Chromsvalla) in Form eines braunen Niederschlags ab. Bei Digestion setzt sie, besonders wenn sie verdünnt ist, Schwefel ab und oxydirt sich zu chromsaurem Kali.

*Selen*, sollte man vermuthen, müßte Schwefelsalze geben, eben so wie es Sauerstoffsalze giebt; diese ist aber nicht der Fall, wenigstens ist es mir nicht gelungen, solche hervorzubringen. Schwefelselen zerlegt die wasserstoffgeschwefelten Salze nicht eher, als bis die Mischung erhitzt wird, und auch dann sehr langsam. Es ändert dabei sein Ansehen, wird schwarz und fällt zu einem geringeren Volumen zusammen. War das Salz in Ueberschuß, so bleibt Selen frei von Schwefel zurück und die Flüssigkeit enthält ein Gemisch von Hepar und Selenmetall. War das Schwefelselen in Ueberschuß, so enthält die Flüssigkeit kein Selen. Wenn Schwefelselen, ohne Hülfe von Wärme, mit einer Lauge von kauftischem Kali übergossen worden, so löst diese den Schwefel auf und läßt das Selen zurück. Ist die Lauge in hinreichender Menge

zugegen, so löst sie auch Selen, aber dann ist das Ungelöste schwefelfreies Selen \*). Es ist also klar, daß in diesem Falle die Schwefelbasis vorzugsweise einen Ueberschuß von Schwefel aufnimmt, und daß erst dann, wann dieser nicht mehr hinreicht, Selen aufgelöst wird. Dieser Umstand scheint zu beweisen, daß es, wenigstens auf nassem Wege, keine selen-geschwefelte Salze giebt. — Schmelzt man Schwefelselen mit kohlensaurem Kali zusammen und löst hernach die Masse in Wasser auf, so bleibt, wenn das Alkali nicht im Ueberschuß da war, Selen frei von Schwefel ungelöst. Wenn eine Lösung eines neutralen oder selbst basischen selenfauren Salzes durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird, so trübt sich die Flüssigkeit vom ersten Augenblicke an, zuerst wird reines Selen abgeschieden, dann Schwefelselen (wenn die Flüssigkeit verdünnt ist) und darauf Schwefel. In concentrirten Lösungen wird ein brandgelber Nieder-

\*) Dies giebt eine sehr leichte Weise, aus dem Schwefelselen, so wie es aus den Schwefelsäure-Fabriken erhalten wird, das Selen mit geringen Kosten auszuziehen. Ich löste gelben, krystallisirten Selen Schwefel von Lukawitz in Böhmen (den Hr. Prof. Steinmann in Prag die Güte hatte mir zu schicken) in kauftischem Kali auf und ließ die Lauge an offner Luft bei  $+ 22^{\circ}$  stehen. Während sich das Salz in ein unterschwefligsaures verwandelte, wurden an  $11\frac{1}{2}$  pr. Ct. von dem Gewichte des aufgelösten Schwefels an Selen gefällt. Als die Flüssigkeit noch röther war, als eine Lösung von Hepar, wurde sie eine Weile mit einem Stück hineingelegten Schwefels gekocht, worauf die letzte Portion Selen gefällt wurde, die noch  $\frac{1}{2}$  pr. Ct. betrug. Das Selen war vielleicht nicht absolut frei von Schwefel.

Niederschlag gebildet, der bald schwarz oder schwarzbraun wird, und auf welchen sich ein gelber, zuweilen krystallinischer, Niederschlag von reinem Schwefel legt. Die Erklärung dieses paradoxen Verhaltens ist leicht. Das einströmende Gas erzeugt Schwefelselenium, das niederfällt, und Schwefelalkali, das in der Lösung zurückbleibt, aber auf Kosten des Schwefelselens in Kurzem höher, zu  $\text{KS}^6$  oder  $\text{Na S}^6$ , geschwefelt wird, wodurch das Selen frei und der Niederschlag geschwärzt wird. Bei Fortsetzung der Operation wird der überschüssige Schwefel vom Schwefelwasserstoff gefällt und endlich bleibt ein Gemisch von ein wenig Hepar mit dem wasserstoffgeschwefelten Salze zurück, doch etwas mit Selen verunreinigt, weshalb der gefällte Schwefel, nachdem er gesammelt worden, gelber als sonst ist; doch enthält er nur eine Spur von Selen.

Dass *Bor*, *Kiesel* (*Silicium P.*) und *Titan* auf nassem Wege keine Schwefelsalze geben, ist aus älteren Versuchen schon bekannt. Es ist glaublich, dass sie auf trockenem Wege durchs Zusammenschmelzen erzeugt werden können. Sie haben indess für jetzt kein Interesse, das die Schwierigkeit ihrer Untersuchung aufwiegen könnte. Dass das *Tantal* auf trockenem Wege ein tantalgeschwefeltes Salz hervorbringen kann, und dieses auf nassem Wege durch das Wasser zersetzt wird, habe ich in den K. Acad. Handl. 1824. p. 287 \*) schon gezeigt.

Die *Salzbilder* geben keine Schwefelsalze. Ver-

\*) Dief. Annal. Bd. 80. S. 13. (P.)



einigt man z. B. Chlorschwefel mit Schwefelkalium so erhält man Chlorkalium und Schwefel.

Es giebt Verbindungen von Goldschwefel ( $\text{AuS}^3$ ), Platinschwefel ( $\text{PtS}^2$ ), Rhodiumschwefel ( $\text{RS}^4$ ) mit mehr basischen Schwefelmetallen, welche als Verbindungen zwischen den basischen Metalloxyden, z. B. von Kali mit Platinoxyd oder mit Kupferoxyd, betrachtet werden müssen, und welche zeigen, daß der Schwefel bis ins Detail das Verhalten des Sauerstoffs nachahmt. —

Die Versuche, welche ich in dem Vorhergehenden angeführt habe, beweisen: 1) daß es eine zahlreiche und interessante Klasse von Salzen giebt, in welchen die Stelle des Sauerstoffs in den Sauerstoffsalzen durch eine gleiche Anzahl von Schwefelatomen eingenommen wird, und daß diese den Sauerstoff gegen den Schwefel vertauschen, was sich bei mehreren Sauerstoffsalzen durch Einströmen von Schwefelwasserstoffgas bewerkstelligen läßt, dessen Wasserstoff auf Kosten des Sauerstoffs, sowohl der Säure wie der Base, oxydirt wird.

2) Daß eine Menge dieser Salze, im Allgemeinen alle die von Metallen, die Alkalien oder alkalische Erden bilden, sich in Wasser auflösen, krystallisiren, sich mit Krystallwasser verbinden, sich bald miteinander, bald mit Sauerstoffsalzen zu Doppelsalzen verbinden, verschiedene Sättigungsstufen haben und bei diesen im Allgemeinen denselben Multiplen wie die Sauerstoffsalze folgen.

3) Daß die Schwefelsalze hauptsächlich in solchen Verhältnissen gebildet werden, welche entsprechende

Sauerstoffsalze haben; daß es aber auch Schwefelsalze giebt, für die die entsprechenden Sauerstoffverbindungen fehlen, z. B. unterarsenichtgeschwefelte, molybdänüberschwefelte.

4) Daß nicht alle Radikale der Sauerstoffsäuren Schwefelsalze bilden können, oder wenigstens, daß solche bis jetzt nicht alle hervorgebracht werden konnten. Salzbilder, Stickstoff, Bor, Kiesel, Titan und Selen geben keine Schwefelsalze. Hieler müssen auch die zusammengesetzten Radikale der organischen Säuren gezählt werden, obgleich es sich wohl denken läßt, daß eine solche Umwandlung einiger unter ihnen möglicherweise in der Folge könnte entdeckt werden.

5) Die negativen Schwefelverbindungen (Svafvor) und folglich die Schwefelsalze, werden mit Wasserstoff, Kohle, Phosphor, Arsenik, Molybdän, Wolfram, Tellur, Antimon, Zinn gebildet; weniger deutlich mit Chrom, Tantal, Gold, Platin, Rhodium und vielleicht noch mit einigen von den weniger basischen Schwefelmetallen.

---

## II.

*Ueber eine neue Klasse von Kry stallformen;*

von

E. MITSCHERLICH.

Haüy theilte die verschiedenen Kry stallformen nach den Blätterdurchgängen und der Symmetrie der Flächen in eine große Anzahl allgemeiner Klassen. Weiss, Mohs, Hausmann und mehrere andere Kry stallographen haben nur auf die Symmetrie der Flächen Rücksicht genommen und theilen die Kry stallformen in zwei große Abtheilungen, wovon die eine das rhomboëdrische System, die andere 5 Systeme enthält, das reguläre System, das quadratoctaëdrische (pyramidale), das rhombenocctaëdrische (prismatische System), das schiefe Prisma (hemiprismatische, ein- und zweigliedrige System), das schiefe Prisma mit rhomboëdrischer Basis (tetartoprismatisches, ein- und ein-gliedriges System). Zwischen den beiden letzteren Systemen liegt das System, was ich jetzt beschreiben werde, das am ausgezeichnetesten beim unter schweflichtsauren Kalk vorkommt.

Im hemiprismatischen System sind die Seitenflächen des Prismas *MM* Fig. 11. und die gegenüberstehenden Kanten einander gleich, und werden symmetrisch durch Flächen verändert; eben so die Ecken *EE*; die Ecken *A* und *O* sind aber von ungleichem Werth und werden ungleich verändert; im tetartoprismatischen System findet diese Verschiedenheit und ungleiche Ver-

änderung durch Flächen nicht allein auf den Ecken  $A$  und  $O$ , sondern auch bei den Ecken  $E$  und  $E$  Statt, und die Kanten der Seitenflächen werden, da diese unsymmetrisch sind, auch in Bezug auf die Seitenfläche unsymmetrisch verändert. Zwischen dem tetartoprismatischen und hemiprismatischen System liegt also noch ein System, bei dem die Ecken  $A$  und  $O$  und  $E$  und  $E$  von ungleichem Werthe sind, und ungleich durch secundäre Flächen verändert werden, während die Seitenflächen von gleichem Werthe sind und die Kanten derselben in Hinsicht der Seitenflächen durch secundäre Flächen symmetrisch verändert werden; zu diesem System gehört die Kry stallform des unterschwefelsauren Kalks und wahrscheinlich noch mehrere andere Körper \*).

Am deutlichsten faßt man diese Kry stallform auf, wenn man sich ein schiefes Prisma denkt, das statt der Fläche  $P$  die mit der geneigten Diagonale parallele Fläche  $n$  zur Endfläche hat (Fig. 12).

Durch Messung fand ich  $b$  zu  $a = 90^\circ$  Fig. 2 Taf. III. Bei den verschiedenen Kry stallen fand nur eine Differenz von  $2' - 3'$  Statt, eine bedeutendere Verschiedenheit zeigte sich gleichfalls nicht zwischen der Neigung von  $M$  zu  $a$  und  $M' : a$ ; nach

\*) Herr Professor G. Rose schließt aus seinen neuesten Beobachtungen über die Kry stallformen des Feldspaths, daß diese gleichfalls zu diesem System gehören; indem nämlich  $P$  und  $M$  rechte Winkel bilden, und  $T$  und  $l$  unter verschiedenen Winkeln gegen  $M$  geneigt sind; man würde darnach die Flächen  $nn$  als Seitenflächen des Prismas annehmen müssen. Siehe Annalen der Physik, 1823. St. 2. Taf. II. Fig. 19.

dem Mittel mehrerer Messungen betrug die Neigung von

$$M \text{ zu } M' \dots 78^\circ 10'$$

$$P - a \dots 107^\circ 2'$$

$$P - b \dots 98^\circ 21'$$

daraus folgt nach der gewöhnlichen Berechnungsmethode bei dem schiefen Prisma, da die Kante  $x = OA$  und die Kante  $y = EI$  ist (Fig. 1 u. 5)

$$\text{Kante } x \text{ zu } a = 107^\circ 13'$$

$$y - b = 98^\circ 44'$$

Um die Neigung von  $P$  zu  $M$  und die ebenen Winkel  $otsr$  zu berechnen, wurden die Formeln für das schiefwinklichte sphärische Dreieck angewandt; in dem sphärischen Dreiecke, welches durch die Flächen  $M, P$  und  $AOA'O'$  bei  $O$  gebildet wird, sind zwei Kantenwinkel  $M$  zu  $AA' = \frac{1}{2}(M \text{ zu } M')$  und  $P$  zu  $AA' = P$  zu  $b$  bekannt und der eingeschlossene ebene Winkel, den die Linie  $OA$  ( $=$  Kante  $x$ ) mit  $a$  macht; man erhält also, wenn man die ebenen Winkel  $r$  und  $s$  sucht, nach der Formel

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2}(b+c) = \frac{\cos \frac{1}{2}(B-C)}{\cos \frac{1}{2}(B+C)} \operatorname{tang} \frac{1}{2}a$$

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2}(b-c) = \frac{\sin \frac{1}{2}(B-C)}{\sin \frac{1}{2}(B+C)} \operatorname{tang} \frac{1}{2}a$$

wenn wir  $s$  mit  $b$  und  $x$  mit  $c$  und  $P$  zu  $b$  mit  $B$  und  $\frac{1}{2}(M \text{ zu } M')$  mit  $C$  und den ebenen Winkel  $s$  zu  $a$  mit  $a$  bezeichnen;

$$l \cos \frac{1}{2} (81^{\circ} 39' - 39^{\circ} 5') = l \cos 21^{\circ} 17' = 9,96932$$

$$- l \cos \frac{1}{2} (81^{\circ} 39' + 39^{\circ} 5') = l \cos 60^{\circ} 22' = 9,69412$$

0,27520

$$+ l \operatorname{ctg} \frac{1}{2} (72^{\circ} 47') = l \operatorname{ctg} 36^{\circ} 23\frac{1}{2}' = 9,86749$$

$$l \operatorname{tg} 54^{\circ} 15' = l \operatorname{tg} \frac{1}{2} (s + r) = 0,14269$$

$$l \sin 21^{\circ} 17' = 9,35988$$

$$- l \sin 60^{\circ} 22' = 9,93912$$

$$= 9,62076$$

$$+ l \operatorname{ctg} 36^{\circ} 23\frac{1}{2}' = 9,86749$$

$$l \operatorname{tg} 17^{\circ} 6\frac{1}{2}' = l \operatorname{tg} \frac{1}{2} (s - r) = 9,48825$$

Also

$$\frac{1}{2} (s + r) = 54^{\circ} 15'$$

$$\frac{1}{2} (s - r) = 17^{\circ} 6\frac{1}{2}'$$

$$r = 37^{\circ} 8\frac{1}{2}'$$

$$s = 71^{\circ} 21\frac{1}{2}' = 108^{\circ} 38\frac{1}{2}'$$

Um  $t$  und  $o$  zu finden, muß man nur das Complement des ebenen Winkels, nämlich  $107^{\circ} 13'$  anwenden; also, indem wir die so eben erhaltenen Werthe benutzen:

0,27520

$$\cot \frac{1}{2} (107^{\circ} 13') = \cot 53^{\circ} 36\frac{1}{2}' = 0,13251$$

$$l \operatorname{tg} 68^{\circ} 38' = l \operatorname{tg} \frac{1}{2} (o + t) = 0,40771$$

9,62076

$$l \cot \frac{1}{2} (107^{\circ} 13') = \cot 53^{\circ} 36\frac{1}{2}' = 0,13251$$

$$\operatorname{tg} 29^{\circ} 32' = \operatorname{tg} \frac{1}{2} (o - t) = 9,75327$$

$$\frac{1}{2}(o+l) = 68^{\circ} 38'$$

$$\frac{1}{2}(o-t) = 29^{\circ} 32'$$

$$t = 39^{\circ} 6'$$

$$o = 98^{\circ} 10'$$

Aus den ebenen Winkeln  $t$  und  $r$  und dem Kantenwinkel, den  $M$  mit  $AA' = \frac{1}{2}(M \text{ zu } MB)$  bildet, und dem ebenen Winkel  $x$  zu  $a$  kann man nun die Neigung von  $P$  zu  $M'$  und  $P$  zu  $M$  nach der Formel  $\sin A = \frac{\sin a \sin C}{\sin c}$  bestimmen.

$$l \sin 72^{\circ} 47' = 9,89109$$

$$l \sin 39^{\circ} 5' = 9,79965$$

$$9,77974$$

$$l \sin 39^{\circ} 6' = 9,79981$$

$$l \sin 72^{\circ} 43' = 9,97993$$

also

$$P : M = 107^{\circ} 17'$$

und wenn wir den ebenen Winkel  $r$  mit  $c$  bezeichnen, so erhält man:

$$l \sin 72^{\circ} 47' = 9,98009$$

$$l \sin 39^{\circ} 5' = 9,79965$$

$$9,77974$$

$$l \sin 37^{\circ} 8\frac{1}{2}' = 9,78088$$

$$l \sin 85^{\circ} 51' = 9,99886$$

also

$$P : M = 94^{\circ} 9'$$

Die Höhe des Prismas wurde durch die Fläche  $f$  bestimmt, die die Ecke  $A$  abstumpft, ihre Neigung gegen  $P$  betrug  $110^{\circ} 58'$ , als Mittel unserer Messun-

gen; folglich  $f$  zur Fläche  $a = 38^\circ$ ; daraus berechnet man die Höhe des Prismas auf folgende Weise:

$$\begin{aligned} l \cdot \cot 38^\circ &= 0,10719 \\ l \cot (P \text{ zu } M) = l \cdot \cot 72^\circ 58' &= 9,48624 \\ \hline &0,62095 \end{aligned}$$

und da  $\cot (v \text{ zu } a) : \cot (x \text{ zu } a) :: \cot 38^\circ : \cot 72^\circ 58'$ ,  
so ist

$$\begin{aligned} l \cot (x \text{ zu } a) = l \cot 72^\circ 47' &= 9,49118 \\ + 0,62095 & \\ \hline \end{aligned}$$

$$v \text{ zu } a = l \cot 37^\circ 41' = 0,11213$$

$$l \cot 37^\circ 41' = 0,11213 = l \cdot 1,2943$$

$$l \cot 72^\circ 47' = 9,49118 = l \cdot 0,30986$$

$$\text{Höhe des Prismas} = 1,60416$$

denn wenn Fig. 6 den Durchschnitt des Prismas nach  $AA'$  darstellt, so zieht man  $OO'$ , so daß diese Linie mit  $OA'$   $37^\circ 41'$  macht,  $AO$  ist alsdann die Höhe des Prismas;  $\cot 37^\circ 41'$  giebt das Verhältniß der Linie  $b$  zu  $Oc$  an;  $OA'$  ist  $= fA$  und  $\cot OAO'$  giebt das Verhältniß von  $fA$  zu  $b$  an; folglich  $\cot 72^\circ 47' + \cot 37^\circ 41'$  das Verhältniß von  $b$  zu  $AO$  oder der längern Diagonale einer Fläche, perpendicular den Seitenflächen des Prismas zur Höhe; die Diagonalen dieser Fläche geben das Verhältniß der dritten Axe zu diesen beiden; da  $\tan 39^\circ 5' = 0,8122$ , so erhält man, wenn  $a$  die Höhe des Prismas,  $b$  die längere Diagonale und  $c$  die kürzere Diagonale einer der Seitenflächen perpendicular durchs Prisma gelegten Fläche ist, folgende Werthe für die 3 Dimensionen



$$a = 1,6042$$

$$b = 1$$

$$c = 0,8122.$$

Durch das Verhältniß der Kanten, die die Flächen *cilfngkdhve* untereinander bilden, ist die Lage dieser Flächen bestimmt, und sie lassen sich leicht berechnen. Zeichnet man z. B. zuerst die Fläche *f*, die der kürzern Diagonale der Fläche *P* parallel ist, in die primitive Figur hinein, indem man sie durch *OO'* legt, und zeichnet alsdann die Flächen *so* hinein, daß sie mit *OI* parallel ist und zugleich mit der längern Diagonale der Fläche *f* parallel ist, beides folgt aus der beobachteten Lage, und fängt man von *OI* an, so trifft sie die Kante *O'P*; eine Fläche, die die Kante *E* ersetzt, so gezeichnet, daß sie der längeren Diagonale von *P* parallel und die Fläche *n* ihrer Diagonale parallel ist, geht durch die Ecken *I* und *P*. Aus denselben Gründen geht die Fläche *k* durch *AI* und *A'P*, die Fläche *c* durch *A* und *A'*, die Fläche *l* durch *EO* und *E'O'*. Eine einfache Construction zeigt gleichfalls, daß wenn *m*, welches die Kante zwischen *f* und *g* ersetzt, und der Kante zwischen *M* und *P* parallel ist, von *IO* an durchs Prisma gelegt wird, die Fläche *EAOP* in der halben Höhe schneidet; denn wenn wir z. B. einen ähnlichen Fall für eine Fläche, die die Kante zwischen *P* und *M'* ersetzt, weil die Zeichnung der primitiven Figur diesen Fall besser darstellt, bestimmen wollen, so ist Fig. 8. *ApA'q* die Fläche *c* und *EzE'v* die Fläche *i*; beide Flächen schneiden sich in *nm*, *nm* ist gleich *Aq* und *Ez*; eine Fläche parallel mit der Kante *nm* von *EA* an durchs Prisma

gelegt, wird die Fläche  $OIA'E'$  bei  $z$  und  $q$  schneiden; die Fläche  $AqA'p$  ist die kürzere Diagonale der Fläche  $P$  parallel; folglich ist  $Ip = pE'$ , folglich schneidet die Fläche, die  $OI$  und  $nm$  parallel ist, die Fläche  $OIA'E'$  in der Hälfte der Höhe, wenn man sie von  $EA$  an durchs Prisma legt; wie bei der Fläche  $m$ , so schneiden, wie dies aus dem Parallelismus der Kanten folgt, die Flächen  $ehd$  die ihnen, auf ähnliche Weise, wie bei  $m$  die Fläche  $EAFO'$ , entsprechenden Flächen oder Kanten.

Ich halte es für nothwendig, da diese Klasse von Kry stallformen einige besondere Fälle für die Berechnung der Winkel darbietet, diese weitläufig hier anzuführen, da man aus dieser zugleich noch besser das Verhalten der einzelnen Flächen gegen einander übersieht.

Fig. 6. stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach  $AO$  dar; das Verhältniß der Kanten, die die Fläche  $c$  bildet, zeigt, daß wenn man sie von  $A$  an durch die primitive Figur legt, sie durch die Ecke  $A'$  geht. Folglich

$$\cot a + 2 \cot b = \cot c$$

denn  $Af$  ist gleich  $O'k$  und  $Oc$  gleich  $O'f$ .

$$\cot a = \cot 38^\circ = 1,280$$

$$2 \cot b = 2 \cot 72^\circ 58' = 0,6127$$

$$\cot 27^\circ 51\frac{1}{2}' = \cot c = 1,8927$$

also

$$c \text{ zu } a' = 27^\circ 51\frac{1}{2}' ; c \text{ zu } P = 134^\circ 53\frac{1}{2}'$$

Die Fläche  $d$  schneidet, wie ich angeführt habe, von  $A$  an durch die primitive Figur gelegt,  $OA'$  in der Hälfte der Höhe bei  $g$  (Fig. 7); folglich

$$\begin{array}{rcl} \frac{\cot a + \cot b}{2} + \cot b & = & \cot k \\ \cot a = \cot 38^\circ & = & 1,280 \\ + \cot b = \cot 72^\circ,58' & = & 0,3064 \\ \hline & & 1,5864 \\ 2) & & \hline & & 0,7932 \\ + \cot b = 0,3064 & & \\ \hline \cot 42^\circ 17' & = & 1,0996 = \cot k \end{array}$$

also

$$d \text{ zu } P = 149^\circ 19' ; d \text{ zu } a' = 42^\circ 17'$$

Die Fläche  $e$  schneidet von  $O$  an durch die primitive Form gelegt  $OA$ , wie ich angeführt habe, in der Hälfte der Höhe, also bei  $i$  (Fig. 7), folglich

$$\begin{array}{rcl} \frac{\cot b + \cot a}{2} - \cot b & = & \cot o \\ \cot b & = & 0,3064 \\ + \cot a & = & 1,280 \\ \hline & & 1,5864 \\ 2) & & \hline & & 0,7932 \\ - \cot b & = & 0,3064 \\ \cot o & = & 0,4868 = \cot 64^\circ 2\frac{1}{2}' \end{array}$$

also

$$e \text{ zu } a' = 64^\circ 2\frac{1}{2}'$$

$$e - P = 137^\circ \frac{1}{2}'$$

Die Neigung der Flächen  $ghi$  die der längern

Diagonale der Fläche  $P$  parallel sind, werden eben so berechnet, wie die vorhergehenden, die der kürzern Diagonale parallel sind. Fig. 9 stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach  $EI$  vor; die Fläche  $i$  trifft, wenn sie von  $E$  an durchs Prisma gelegt wird, die Ecke  $E'$ ;  $a$  sey gleich  $x$  zu  $a$  und  $b = v : a$  (Fig. 2 u. 5), so ist  $\cot a + \cot b$  gleich der Höhe des Prismas, oder  $OA$  dividirt durch die längere Diagonale einer Fläche, die, der Flächen  $M$  perpendicular, durchs Prisma gelegt ist und ein Rhombus ist.  $m$  sey gleich dem halben spitzen Winkel des Rhombus  $= \frac{1}{2}(M \text{ zu } M')$ , dann ist  $\frac{\cot a + \cot b}{\tan m}$  die Höhe des Prismas, oder  $IE$  dividirt durch die kürzere Diagonale ( $Ir$  Fig. 9). Da nun  $Iq = Er$ , so folgt, wenn wir  $r$  die Neigung der Kante  $y$  zu  $b$  und  $o$  die Neigung von  $w$  zu  $b$  (Fig. 5) nennen

$$\begin{aligned} \frac{\cot a + \cot b}{\tan m} + \cot r &= \cot o \\ l(\cot a + \cot b) &= l \cdot 1,60416 = 0,20524 \\ - l \tan 39^\circ 5' &= 9,90966 \\ l 1,975 &= 0,29558 \\ l 0,1536 &= 9,18644 = l \cot 81^\circ 16' \\ l \cot o &= l \cdot 2,1286 = 0,32809 \end{aligned}$$

Der Winkel  $o$  ist die Neigung der Kante  $w$  zu  $b$ ; und aus dieser Neigung die Neigung der Fläche  $v$  zu  $b$  zu finden, addirt man  $l \sin(x \text{ zu } a) = l \sin 72^\circ 46'$

$$\begin{aligned} l \cot o &= 0,32809 \\ + \sin 72^\circ 47' &= 9,98009 \\ \hline 0,30818 &= l \cot 26^\circ 11\frac{1}{2}' = l \cot(i \text{ zu } b) \end{aligned}$$

Also

$$i \text{ zu } b' = 26^{\circ} 11\frac{1}{2}'$$

$$i - P = 124^{\circ} 32\frac{1}{2}'$$

Setzen wir  $i$  zu  $b = w$  und  $P$  zu  $b = s$  und  $g$  zu  $b = d$ , so ist

$$\cot w - 2 \cot s = \cot d$$

$$\cot w = 2,033$$

$$- 2 \cot 81^{\circ} 39' = 2 \cot s = 0,2936$$

$$\cot d = 1,7394 = \cot 29^{\circ} 53\frac{1}{2}'$$

Also

$$g \text{ zu } b = 29^{\circ} 53\frac{1}{2}'$$

$$g - P = 111^{\circ} 32\frac{1}{2}'$$

Für  $h$  gilt dieselbe Construction, wie für  $d$  und  $e$

$$\cot w = 2,033$$

$$\cot s = 0,1468$$

$$\hline 1,8862$$

$$2) \hline$$

$$0,9431$$

$$- \cot s = 0,1468$$

$$\cot (h \text{ zu } b) = 0,7963 = \cot 51^{\circ} 28'$$

Also

$$h \text{ zu } b = 51^{\circ} 28'$$

$$h - P = 133^{\circ} 7'$$

In Fig. 10 stellt  $wxyz$  einen Durchschnitt vor, perpendicularär durch die Kanten  $OIE'A'$ , die Fläche  $n$ , wenn man sie von  $OI$  durch das Prisma legt, trifft, wie ich schon angeführt habe, die Kante  $O'I'$  und geht von  $x$  nach  $z$ . Die Cot. des Winkels  $zxw$  ist zu bestimmen; er ist die Neigung der Fläche  $n$  zu  $M'$ .

$\cot a + \cot b$  ist gleich  $OA'$ , dividirt durch die längere Diagonale, einen Rhombus, der perpendicu-

lär den Seitenflächen durchs Prisma liegt; mit  $a$  und  $b$  werden dieselben Winkel wie gleich vorher bezeichnet (p. 430);  $zv$  ist gleich einer Linie, die auf zwei gegenüberstehende Seiten des Rhombus perpendicular steht, nun ist

$$\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} = \frac{OA}{zv}$$

und  $\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} \cos(o - 90) = \frac{xw}{zv}$

$o$  ist der ebne Winkel, den die Kanten  $OI$  und  $OA'$  bilden.

$$\frac{xw}{zv} - \cot(P:M''') = \frac{xv}{zv} = \cot xzv.$$

$$l(\cot a + \cot b) = l, 1,60416 = 0,20524$$

$$- l \sin \frac{1}{2}(M:M') = \sin 39^\circ 5' = 9,79965$$

$$\hline 0,40559$$

$$+ l \cos(o - 90) = l \cos 8^\circ 10' = 9,99557$$

$$l 2,5185 = 0,40116$$

$$\hline 2,5185$$

$$- \cot(P:M''') = - \cot 72^\circ 43' = 0,31115$$

$$\hline \cot(n \text{ zu } M) = 2,20735 = 24^\circ 22\frac{1}{2}'$$

Also

$$n \text{ zu } M' = 24^\circ 22\frac{1}{2}'$$

$$n \text{ zu } P = 97^\circ 5\frac{1}{2}'$$

Für  $m$  gilt dieselbe Construction, wie für  $e$   
Fig. 7.

$$\cot(n \text{ zu } M''') = 2,20735$$

$$+ \cot(P \text{ zu } M) = 0,31115$$

$$\hline 2,51850$$

$$2) \hline$$

$$1,25925$$

$$- \cot(P \text{ zu } M) = 0,31115$$

$$\hline \cot(m \text{ zu } M') = 0,94710 = \cot 46^\circ 31\frac{1}{2}'$$

Also

$$m \text{ zu } M' = 46^\circ 31\frac{1}{2}'$$

$$m - P = 119^\circ 5\frac{1}{2}'$$

Die Berechnung für  $n$  und  $l$  ist von der oben angeführten nur darin verschieden, daß die Neigung von  $P$  zu  $M$   $94^\circ 9'$  und der ebne Winkel  $s$  der Fläche  $M$   $108^\circ 38\frac{1}{2}'$  beträgt.

$$\frac{l(\cot a + \cot b)}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} = 0,40559$$

$$l \cos 18^\circ 38\frac{1}{2}' = 0,97664$$

$$0,38223 = l \cdot 2,411$$

$$l \cot 85^\circ 51' = 8,86069 = l \cdot 0,07256$$

$$l \cot 2,411 - 0,07256 = l \cdot 2,3384 = 0,36884 = l \cot 23^\circ 29\frac{1}{2}'$$

Also

$$l \text{ zu } M' = 23^\circ 29\frac{1}{2}'$$

$$l - P = 109^\circ 20\frac{1}{2}'$$

und auf ähnliche Weise berechnet ist

$$n \text{ zu } M' = 21^\circ 22'$$

$$n - P = 115^\circ 31'$$

Die wichtigeren Winkel sind folgende:

$$M \text{ zu } M' = 78^\circ 10'$$

$$P - a = 107^\circ 2'$$

$$P - b = 98^\circ 21'$$

$$x - a = 107^\circ 13'$$

$$y - b = 98^\circ 44'$$

$$\text{der ebne Winkel } r = 37^\circ 8\frac{1}{2}'$$

$$s = 39^\circ 6'$$

$$t = 108^\circ 38\frac{1}{2}'$$

$$u = 98^\circ 10'$$

$$P \text{ zu } M = 94^{\circ} 9'$$

$$P - M' = 107^{\circ} 17'$$

$$P - f = 110^{\circ} 53'$$

$$f - a = 58^{\circ}$$

$$P - e = 27^{\circ} 51\frac{1}{2}'$$

$$e - a' = 134^{\circ} 53\frac{1}{2}'$$

$$P - d = 149^{\circ} 19'$$

$$d - a = 42^{\circ} 17'$$

$$P - e = 137^{\circ} \frac{1}{2}'$$

$$e - a = 64^{\circ} 2\frac{1}{2}'$$

$$i - b' = 26^{\circ} 11\frac{1}{2}'$$

$$P - i = 124^{\circ} 32\frac{1}{2}'$$

$$g - b = 29^{\circ} 53\frac{1}{2}'$$

$$g - P = 111^{\circ} 32\frac{1}{2}'$$

$$h - b = 51^{\circ} 28'$$

$$h - P = 133^{\circ} 7'$$

$$n - M' = 24^{\circ} 22\frac{1}{2}'$$

$$n - P = 97^{\circ} 5\frac{1}{2}'$$

$$m - M' = 46^{\circ} 31\frac{1}{2}'$$

$$m - P = 119^{\circ} 5\frac{1}{2}'$$

$$l - M = 23^{\circ} 29\frac{1}{2}'$$

$$l - P = 109^{\circ} 20\frac{1}{2}'$$

$$k - M'' = 21^{\circ} 22'$$

$$k - P = 115^{\circ} 31'$$

Nach der Haüy'schen Methode würde man diese Flächen auf folgende Weise bezeichnen müssen:

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} P & M & O & O & A & A & I & E & E & D & B & B & C & H & G \\ c & d & f & e & i & g & h & k & n & m & l & a & b \end{array}$$

Die Zusammensetzung des unterschweflichtsauren Kalks ist durch Herschels Abhandlung über die unterschweflichtsauren Salze (the Edinburgh philoso-



phical Journal Vol. I. No. 1. June 1819. p. 8) bekannt; er hat dort auch die Neigung von *P*, *f* und *a* zu einander angegeben, sich aber nicht weiter mit diesem Systeme beschäftigt; ich werde mich beim salpeterfauren Quecksilberoxydul nachher auf diese Winkel beziehen. Die unterschweflichtsauren Salze sind so zusammengesetzt, daß der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 2 verhält; es giebt vier verschiedene Methoden sie darzustellen. Die bequemste ist, durch Schwefelnatronium, Schwefelcalcium oder Schwefelstrontium schwelligsaures Gas streichen zu lassen; das unterschweflichtsaure Salz ist in der Auflösung enthalten, Schwefel und Schwefelwasserstoff bilden sich, und zugleich etwas schweflichtsaures Salz. Wenn man dieselben Schwefelmetalle der atmosphärischen Luft aussetzt, z. B. Schwefelnatronium, so bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures Natron, indem die Hälfte des oxydirten Natroniums mit der durch Oxydation des Schwefels gebildeten unterschweflichten Säure aus der Auflösung krySTALLISIRT, die andere Hälfte zuerst in kaultischem Zustande sich befindet, bald aber sich mit der Kohlensäure der Luft zu kohlenfaurem Natron verbindet \*). Wenn man Zink in schweflichte Säure auflöst, bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures

\*) Aus dieser Auflösung krySTALLISIRT ein wasserhaltiges kohlenfaures Natron heraus, in welchem der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff des Wassers wie 1 : 6 verhält, statt daß im gewöhnlichen kohlenfauren Natron das Verhältniß wie 1 : 12 ist; diese Verbindung erhält man gleichfalls zuweilen, wenn man durch gegenseitige Zersetzung des Kochsalzes und der Pottasche kohlenfaures Natron erzeugen will.

Zinkoxyd, indem sich keine Gasart entwickelt und das Zink sich, indem es der schweflichten Säure Sauerstoff entzieht, oxydirt; die Hälfte des gebildeten Zinkoxyds verbindet sich mit der gebildeten unterschweflichten Säure zu einem neutralen Salze, die andere Hälfte ist mit schweflichter Säure verbunden in der Flüssigkeit, aus der es heruskrySTALLISIRT; das unterschweflichtsaure Salz habe ich nicht aus dieser Auflösung krySTALLISIRT erhalten können. Ferner erhält man diese Salze durch Digeriren der krySTALLISIRTEN schwefligsauren Salze mit Schwefel, die basisch reagiren und in denen der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 2 verhält.

III. Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäßigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre;

G. G. HÄLLSTRÖM.

(Beschluß.)

XI. Die Barometerbeobachtungen in Åbo unter 60° 27' nördl. Breite und 19° 57' östl. Länge von Paris, gaben folgende Gleichung:

$$B(t) = 759,2641 + 0,13103 \sin(t, 15^\circ + 339^\circ 35') + 0,12070 \sin(t, 30^\circ + 124^\circ 11')$$

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter				Millimeter		
Mittag	759,310	759,318	+ 0,008	XII	759,411	759,410	- 0,001
I	285	304	+ 0,019	XIII	330	329	- 0,001
II	269	277	- 0,008	XIV	240	234	- 0,006
III	250	251	+ 0,001	XV	140	142	+ 0,002
IV	250	239	- 0,011	XVI	069	072	+ 0,003
V	203	251	- 0,012	XVII	034	037	+ 0,003
VI	202	287	- 0,005	XVIII	039	041	+ 0,002
VII	341	342	+ 0,001	XIX	076	081	+ 0,005
VIII	391	402	+ 0,011	XX	147	144	- 0,003
IX	440	451	+ 0,011	XXI	209	213	+ 0,004
X	472	474	+ 0,002	XXII	285	278	- 0,013
XI	471	460	- 0,011	XXIII	325	309	- 0,016

Der wahrscheinlichste Fehler, der von dem Gebrauche dieser Gleichung zu befürchten steht, ist = 0<sup>mm</sup>,0056. Die mit (\*) bezeichneten Werthe für die Nachmittage, an welchen ich keine Beobachtungen angestellt

habe, sind zuerst durch eine ungefähre Interpolation bestimmt, alsdann zur Auffuchung der Coëfficienten der Formel gebraucht, darauf mit dem Unterschiede corrigirt, welchen die Formel gab zwischen ihnen und den berechneten Werthen, und nun sind die Coëfficienten aufs Neue bestimmt worden. Die Werthe, die hiedurch für die Nachtstunden XII—XVIII entstehen, kommen denen durch die Formel gegebenen so nahe, daß die Abweichung bei ihnen kleiner ist, als bei den meisten der beobachteten Werthe, und daraus folgt, daß die letzteren die Richtigkeit der ersten bestätigen. Wie für die früherhin angeführten Orte, zeigt Fig. 11. Taf. II eine graphische Darstellung des Resultates dieser Gleichung. Die Zeiten für den höchsten und niedrigsten Stand des Barometers werden durch die Gleichung bestimmt:

$$0 = 0,13103 \cos(t - 15^\circ + 339^\circ 35') + 0,24140 \cos(t - 30^\circ + 124^\circ 11')$$

welche giebt:

Minim. bei $t = 17,381 = 5. 22,9$	Vormitt. u. B <sup>o</sup>	$= 759,034$	Mm.
Maxim. - $t = 23,866 = 11. 51,9$	-	$= 319$	-
Minim. - $t = 4,046 = 4. 2,8$	Nachmitt.	$= 239$	-
Maxim. - $t = 10,151 = 10. 9,0$	-	$= 474$	-

XII. Endlich habe ich noch die Barometerstände berechnet, welche bei der Nordpol-Expedition von Parry auf Melville's Insel unter  $74^\circ 45'$  nördl. Breite und  $113^\circ$  westl. Länge von Paris beobachtet worden sind. Sie geben

$$B(t) = 758,3948 + 0,07255 \sin(t - 15^\circ + 281^\circ 40') + 0,05416 \sin(t - 30^\circ + 210^\circ)$$

mittels welcher Gleichung die folgenden Resultate erhalten sind:

Zeit	Barometerstand		Unterschied	Zeit	Barometerstand		Unterschied
	beobachtet	berechnet			beobachtet	berechnet	
	Millimeter				Millimeter		
Mittag	758,285	758,287	+0,002	XII	758,450	758,430	-0,011
I		283		XIII		413	
II		287		XIV		395	
III		308		XV		388	
IV	361	345	-0,016	XVI	374	391	+0,017
V		391		XVII		399	
VI		437		XVIII		407	
VII		474		XIX		409	
VIII	481	497	+0,016	XX	417	401	-0,016
IX		502		XXI		381	
X		491		XXII		353	
XI		467		XXIII		322	

Diese Resultate sind in Fig. 12. Taf. II graphisch dargestellt. — Die Zeit des höchsten und niedrigsten Barometerstandes bestimmt diese Gleichung:

$$0 = 0,07255 \cos(t \cdot 15^\circ + 281^\circ 40') + 0,10832 \cos(t \cdot 30^\circ + 210^\circ),$$

welche giebt:

Minim. bei  $t = 15,171 = 3^h 10^m,3$  Vormitt. u.  $B(0) = 758,388$  Mm.

Maxim. -  $t = 18,718 = 6^h 43^m,1$  - - - - - = 410 -

Minim. -  $t = 1,317 = 1^h 19^m,0$  Nachmitt. - - - - - = 282 -

Maxim. -  $t = 8,789 = 8^h 47^m,3$  - - - - - = 503 -

Es zeigt sich also, daß der Luftdruck noch unter  $74^\circ$  Breite einer täglichen periodischen Veränderung mit zwei Maximis und zwei Minimis unterworfen ist, und daß diese hier bedeutend früher eintreffen, als an südlicheren Orten. Jedoch würde der Gang der Temperatur, wenn er bekannt wäre, eine bedeutende Aenderung in diesen Resultate zu Wege bringen.

Wenn man die Resultate der bisherigen Berechnungen zusammenstellt, so entsteht folgende Tafel:

Breite des Beobachtungs- ortes	Zeit des Barometerstandes			
	Minimum		Maximum	
	Vormittags		Nachmittags	
	t'	t''	t'''	t''''
0° 0'	3,714	9,746	3,783	9,752
0 0	3,476	9,694	4,586	10,588
0 0	3,570	9,449	5,793	9,942
17 29	2,961	9,222	3,723	9,548
18 0	3,947	9,636	4,125	10,475
22 35	3,424	9,839	4,669	10,452
45 25	4,152	10,102	4,720	10,887
48 8	4,805	10,459	4,043	10,400
48 50	3,649	9,735	4,380	10,468
51 29	4,774	10,267	4,179	10,533
60 27	5,381	11,866	4,046	10,151
74 45	3,171	6,718	1,317	8,789

Schon bei flüchtiger Betrachtung dieser Zusammenstellung muß man bezweifeln, ob die Zeit für die täglichen Minima und Maxima des Barometerstandes eine bestimmte Function ist von der geographischen Breite des Beobachtungsortes. Um hierüber Gewissheit zu erhalten, habe ich diese Angaben nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet und dabei die Function  $t = a + b \sin L + c \sin^2 L$  gebraucht, worin  $L$  die Breite des Ortes und  $a, b, c$  constante Coëfficienten sind. Dadurch habe ich gefunden:

$$t' = 3,055 + 2,874 \sin L - 1,742 \sin^2 L$$

$$t'' = 8,879 + 5,713 \sin L - 5,771 \sin^2 L$$

$$t''' = 3,366 + 6,475 \sin L - 7,537 \sin^2 L$$

$$t'''' = 9,600 + 4,318 \sin L - 4,519 \sin^2 L$$

Bei Anwendung dieser Gleichungen habe ich folgende Werthe erhalten:

$L$	$t$	$t''$	$t'''$	$t''''$
0° 0'	3,055	8,879	3,366	9,600
17 29	3,761	10,074	4,630	10,490
18 0	3,785	10,119	4,681	10,523
22 35	3,903	10,224	4,744	10,594
45 25	4,218	10,021	4,155	10,383
48 8	4,229	9,932	4,007	10,309
48 50	4,231	9,919	3,968	10,289
51 29	4,236	9,815	3,817	10,211
60 27	4,237	9,481	3,294	9,936
74 45	4,206	9,019	2,598	9,560

Wenn man in jeder dieser Reihen den Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Werthe von  $t$  aufsucht und die Hälfte dieses Unterschiedes als die größte Veränderung von dem Mittelwerthe ansieht, kleiner als welche alle übrigen Veränderungen sind; und wenn man zugleich auf gewöhnliche Weise den wahrscheinlichen Fehler bestimmt, welcher beim Gebrauche der zuletzt angeführten Gleichung begangen worden ist, so findet man folgenden Vergleich:

	$t''$	$t'''$	$t''''$	$t'''''$
Größte Veränderung des Werthes	0,591	0,672	1,073	0,517
Wahrscheinlicher Fehler	0,478	0,817	0,474	0,338

Man sieht hieraus leicht, mit wie geringer Wahrscheinlichkeit sich durch die bisher bekannten Barometerbeobachtungen entscheiden läßt, ob die Zeiten für die Minima und Maxima des Barometerstandes mit der Breite veränderlich sind, und wie um so größer die Ungleichheit seyn muß, je größer der wahrscheinliche Fehler ist im Verhältniß zu den möglichen Veränderungen.

Zur leichteren Uebersicht, ob sich das kleinere Minimum und größere Maximum des Barometerstandes vor oder nach Mittag und mehr oder weniger re-

gelmäfsig einstellt, und wie grofs der Unterschied ist zwischen dem niedrigsten und höchsten Stande an den verschiedenen Orten, mag die folgende Zusammenstellung dienen. Es bezeichnet darin *V* Vormittags und *N* Nachmittags.

Breite des Ortes	Eintritt		Unterschied zwischen dem kleineren Min. u. grösser. Max.	Unterschied zwischen dem grösseren Min. u. kleiner. Max.
	des kleineren Minimums	des grösseren Maximums		
Millimeter				
0° 0'	N	V	2,853	2,744
0 0	N	V	2,073	0,719
0 0	N	V	1,973	1,363
17 29	N	V	2,079	1,280
18 0	N	V	1,568	0,928
22 35	N	V	2,315	0,859
45 24	N	V	0,730	0,357
48 8	V	N	0,726	0,465
48 50	N	V	0,837	0,379
51 29	N	N	0,955	0,572
60 27	V	N	0,440	0,080
74 45	N	N	0,221	0,022

Was zunächst die Zeit des niedrigsten und höchsten Standes betrifft, so scheint sie vom Aequator bis zu der Breite von 45° eine gemeinschaftliche Regel zu befolgen; von da finden aber einige Abweichungen Statt. Dies läßt vermuthen, daß die Jahreszeiten, in denen das Barometer beobachtet wird, besonders an den nördlicheren Orten, in dieser Hinsicht nicht ohne Einfluß sind. Wenigstens zeigen die Beobachtungen in Åbo, wenn man sie für jeden Monat besonders summirt, daß das grössere Maximum öfter in den wärmeren Jahreszeiten als im Winter auf den Vormittag fällt; nach der bisherigen Erfahrung ist nämlich das vormittägige Maximum in folgendem Verhältnisse das grössere gewesen:



im Januar	1 mal unter	4	im Julius	2 mal unter	5
Februar	1	4	August	1	5
März	1	4	September	2	5
April	0	4	October	2	5
- Mai	4	5	- November	1	5
- Junius	3	5	- December	0	5

Dafs auch an Orten unter geringeren Breiten ein ähnliches Verhältnifs Statt findet, wird dadurch bestätigt, dafs in den Beobachtungen von Lamanon, Horner, Simonoff und Balfour, welche sämmtlich in der warmen Jahreszeit oder an Orten von beständig warmer Luft, angestellt sind, das vormittägige Maximum offenbar das überwiegende ist, und dafs auch von Yelin's Beobachtungen, die nur während der Wintermonate aufgezeichnet sind, das nachmittägige Maximum als das gröfsere zeigen. Eine allgemeine Regel hierüber aufzufuchen, wäre wohl noch zu früh. Durch eine vermehrte Aufmerksamkeit auf die Jahreszeiten, in denen die Barometerbeobachtungen aufgezeichnet werden, oder vielleicht im Allgemeinen auf die gröfsere oder geringere Temperatur der Orte, wird man in Zukunft wohl einen genügenden Aufschluß hierüber erhalten. Aber hiezu reichen die Beobachtungen von einem Orte nicht hin; eine Erscheinung, die sich möglicherweise an den verschiedenen Punkten der Erde ungleich äufsert, mufs aus diesem Grunde an mehr als einer Stelle untersucht werden.

Dafs die Gröfse der Luftoscillationen oder der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande des Barometers von dem Aequator nach den Polargegenden abnimmt, ist, wie es die Erfahrung zeigt, nicht

zu bezweifeln. Wenn dieser Unterschied zwischen dem größeren Maximum und kleineren Minimum mit  $s$  bezeichnet wird, und die Breite des Ortes mit  $L$ ; so kann  $s$  als nachstehende Function von  $L$  betrachtet werden:

$$s = a' + b' \sin L + c' \sin^2 L$$

welche, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, folgende Werthe giebt:

$$a' = 2,3407; b' = 0,7723; c' = -1,5836$$

$$\text{und } s = 2,341 - 0,7723 \sin L - 1,5836 \sin^2 L \text{ in Millimet.}$$

Hiermit findet man:

$L$	Werth von $s$		Unterschied
	beobachtet	berechnet nachd. Formel	
	in Millimeter		in Mm
0° 0'	2,300	2,341 *)	+ 0,041
17,29	2,079	1,967	- 0,112
18,0	1,568	1,958	+ 0,390
22,35	2,315	1,812	+ 0,503
45,24	0,730	0,988	+ 0,258
48,8	0,726	0,887	+ 0,161
48,50	0,837	0,862	+ 0,025
51,29	0,955	0,768	- 0,187
60,27	0,440	0,470	+ 0,030
74,45	0,221	0,122	- 0,099

Der wahrscheinliche Fehler in dieser Bestimmung, der = 0<sup>mm</sup>,167 beträgt, wird bedeutend von dem Unterschiede bei Calcutta, unter  $L = 22^\circ 55'$ , übertroffen und diese Beobachtungen sind also bestimmt als fehlerhaft zu betrachten. Allem Anscheine nach ist diese Fehlerhaftigkeit dadurch veranlaßt, daß die Temperatur des Barometers nicht angegeben wurde, welche Vormittags um 9<sup>h</sup> 50' zur Zeit des größeren Maxi-

\*) Es ist bekannt, daß Laplace diese GröÙe nur zu 0<sup>mm</sup>,6305 berechnet. (Mechanik des Himmels, Berlin 1809, 1. Thl. S. 336.)

minum grösser war, als Nachmittags um 4h 40' zur Zeit des kleineren Minimums, woraus denn nothwendig ein grösserer Unterschied  $s$ , als es sich gehörte, entstehen mußte. Für  $L = 90^\circ$  findet man mit Hülfe der vorstehenden Formel  $s = -0^{\text{mm}},015$ . Dieser Werth würde zeigen, daß in den Luftoscillationen in der Nähe des Poles ein entgegengesetztes Verhalten, wie in den übrigen Theilen der Erde Statt fände, und würde die vorhin erwähnte Hypothese von Daniell bestätigen, wenn nicht dagegen und mit Recht eingewandt werden könnte, daß die Grösse: 0,015 noch nicht ein Zehntel von der: 0,167 ist, um welche das Resultat der Formel fehlerhaft seyn kann. Deshalb läßt sich diese Hypothese auch nicht als erwiesen annehmen.

Des Vergleiches halber mögen hier die Werthe von  $s$ , welche Daniell in *The Quarterly Journal of Science, Literature, and Arts*. Vol. XVII. p. 189 gesammelt hat, von welchen ich aber nicht weifs worauf sie beruhen, eine Erwähnung finden. Er giebt folgende Bestimmungen, die hier in französisches Mafs verwandelt worden sind.

$L$			$s$	$L$			$s$
			Millim.				Millim.
St. Thomas	6° 24'		1,880	Clermont-Ferrand	45° 47'		0,991
Sierra Leona	8 29		1,854	Paris	48 50		0,711
Trinidad	10 39		1,600	London	51 31		0,381
Jamaica	17 56		1,473				

Von diesen Angaben stimmen nur die für Clermont-Ferrand und Paris einigermaßen mit denen der Formel überein, die andern sehr ungenügend. Dessenungeachtet, da man bis jetzt nicht weifs, bei welchem Orte man der Wahrheit vorzugsweise nahe ist, haben auch diese Werthe sämmtlich zur Bestimmung der Function in Rechnung genommen werden müssen,

wo nicht etwa in anderer Hinsicht ein Zweifel entstanden ist. Die unständliche Behandlung, der die Beobachtungsgrößen dieser Art hier unterworfen wurden, schien mir zur Erlangung eines zuverlässigen Resultats um so nöthiger zu seyn, als die Angaben, wenn die Kenntniß über ihre Entstehung in dem Grade mangelhaft, daß diese Behandlung mit ihnen nicht vorgenommen werden kann, noch weniger als entscheidend bei einem Gegenstande, wie diesem, betrachtet werden können.

Außer dem, was bisher über diesen Gegenstand angeführt ist, erfordert derselbe noch eine besondere Untersuchung von einer noch nicht berücksichtigten Seite. Man schreibt das hier betrachtete Phänomen der Anziehung des Mondes und besonders der gemeinschaftlichen Anziehung dieses und der Sonne auf die Luftmasse, zu. Neben der Untersuchung über dieses Oscillationsphänomen im Allgemeinen ist es also natürlich, daß man näher untersuchen muß, wie groß davon der Antheil eines jeden dieser Himmelskörper ist; besonders muß es in dieser Hinsicht bei den Syzigi und Quadraturen der Sonne und des Mondes betrachtet werden. Laplace hat nach achtjährigen Beobachtungen in Paris eine solche Untersuchung (*Connaissance des tems pour l'an 1826. p. 508 etc.*) vorgenommen und berechnet, daß das, was der Mond beiträgt, um an dem genannten Orte die Luftatmosphäre (d. i. den Barometerstand ( $P$ )) zu erhöhen,  $0^{\text{mm}},054$  ausmacht, wenn die ganze Luftoscillation  $0^{\text{mm}},8$  ist. Es verdient näher erforscht zu werden, wie groß dieser Antheil des Mondes unter andern Breiten ist. Wenn man, wie Laplace, nur die Beobachtungen von vier Tagen bei jeder Syzgie und Quadratur berechnet, so kann man zur Grundlage einer solchen Untersuchung im Laufe eines Jahres die Beobachtungen von 100 Tagen für die ersteren und eben so viele für die letzteren sammeln; die übrigen Tage gehen verloren. Das Phänomen ist aber von der Art, daß eine große Menge von Beobachtungen erfordert werden, um ein sicheres Resultat zu erhalten, und deshalb ist es nöthig, daß die Beobachtungen von mehreren Jahren zu dieser Untersuchung gesammelt werden. Ich glaube daher auch die Beobachtungen, welche ich für meinen Wohnort schon besitze, noch weiter vermehren zu müssen, ehe ich in letzterer Beziehung Gebrauch von ihnen mache.

## IV.

*Ueber Töne bloß durch schnell auf einander folgende Stöße, ohne einen klingenden Körper;*

von

E. F. F. Снларкх.

Der Deutlichkeit wegen halte ich für nöthig, hier die genauere Erklärung einiger Grundbegriffe voranzuschicken: Wenn ein *Schall*, d. i. eine hörbare schwingende Bewegung, in Hinsicht auf Raum und Zeit bestimmbar ist (d. i. wenn man wissen kann, wie die Schwingungen geschehen, und wenn man einen deutlichen Ton dabei hören kann), so ist sie ein *Klang*; wenn sie aber unbestimmbar ist, so ist sie ein *Geräusch*. *Ton* ist ein bloß in Hinsicht auf Höhe und Tiefe (d. i. auf die Zahl der Schwingungen, welche in einer gewissen Zeit geschehen, nicht aber in andern physikalischen und mechanischen Hinsichten) betrachteter Klang. Wenn man diese das Objectiv der Sache ausdrückende Definition nicht hinreichend findet, so läßt sich auch noch allgemeiner, und auch noch mehr in subjectiver Hinsicht sagen: *Ton* ist die Zahl der schnell auf einander folgenden Stöße, welche auf irgend eine Art vermittelt der in dem umgebenden Medium verbreiteten Schallwellen dem Gehöre mitgetheilt werden.

Ferner halte ich für nothwendig, hier zuvörderst Einiges im Allgemeinen über die verschiedenen Arten der Schwingungen oder wellenförmigen Bewegungen zu sagen, welches von meinen sehr geehrten Freunden,

E. H. Weber, Professor in Leipzig, und dessen Bruder, Doctor Wilhelm Weber in Halle, in ihrer *Wellenlehre* \*) (Leipzig, bei Gerhard Fleischer 1825. 8. mit 18 Kupfertafeln) zuerst genauer auseinander gesetzt ist. Alle wellenförmigen Bewegungen sind entweder *fortschreitend*, wenn sie von der Stelle der Erregung immer weiter fortrücken, und die Form der Welle immer von andern Theilen des Körpers gebildet wird, oder *stehend*, wenn immer dieselben Theile des Körpers sich hin und her bewegen. Die erstern finden bei der Verbreitung des Schalles Statt, die letztern aber an klingenden Körpern, wo sie aber auch fast immer aus anfänglichen fortschreitenden und sich nach der Zurückwerfung regelmäßig durchkreuzenden Wellen entstehen. Ferner bestehen alle wellenförmigen Bewegungen entweder in *Verdichtungen und Verdünnungen*, oder in *Beugungen*. Die erstern habe ich *longitudinal*, die andern *transversale* Schwingungen genannt; die Herren Weber nennen die erstern *primäre* Wellen, weil sie eine unmittelbare Wirkung des Stoßes, und mit ihm identisch sind, und die letztern *secundäre* Wellen, weil sie zwar auch durch Stöße erregt werden, aber der weitere Fortgang durch andere Kräfte bewirkt wird. Sie sind wesentlich von einander verschieden, und, wiewohl behauptet worden ist, daß sie in einander übergingen,

\*) Das Buch ist einem jeden, der die Lehre von den wellenförmigen Bewegungen tropfbarer Flüssigkeiten, oder auch von den Schallwellen vortragen, oder sich genauer davon unterrichten will, unentbehrlich, da es soviel Neues, nicht auf Speculationen, sondern auf genauen Versuchen und Beobachtungen beruhendes enthält.

so findet doch an selbstklingenden Körpern schlechterdings kein Uebergang Statt, wohl aber läßt sich an manchen mitklingenden (resonnirenden) Körpern eine Art von Uebergang erzwingen. Dies erstern rücken auch weit schneller fort, als die andern. Diese Verschiedenheiten der Schwingungen oder wellenförmigen Bewegungen sind bei jedem Vortrage akustischer Gegenstände vorauszusetzen.

Nun zur Sache. Man nimmt gewöhnlich an, daß, um einen bestimmbaren Ton zu hören, allemal ein klingender Körper erforderlich sey, dessen Schwingungen hernach durch die umher befindliche Luft oder durch irgend ein andres Medium weiter verbreitet werden. Dieses ist auch am gewöhnlichsten der Fall; indessen kann doch auch ein Tönen Statt finden, ohne von den (stehenden) Schwingungen eines klingenden Körpers herzuführen, wenn nämlich auf andere Art schnell auf einander in gleichen Zeiträumen folgende Stöße dem umher befindlichen Medium unmittelbar mitgetheilt und dadurch in diesem (fortschreitende) Schallwellen erregt werden.

Dieses scheint einigermaßen der Fall zu seyn bei den Tönen, welche durch Anblasen des Mundstücks einer Zungenpfeife \*) oder eines damit übereinkom-

\*) Die Schwingungen der Luft in Labialpfeifen, oder Flötenwerken der Orgel sind von Dan. Bernoulli, Lambert, Euler etc. und in neuerer Zeit von Savart in den *Annales de Chimie*, t. 24 und 29 gut untersucht worden, und E. H. und W. Weber haben in der *Wellenlehre* § 275 — 280. und in der *Leipziger Allg. Musikalischen Zeitung* 1826. No. 14. deren Bildung aus anfänglichen fortschreitenden Wellen gezeigt, aber der Vorgang bei dem Klange der Zungenpfeifen oder Rohrwerke

renden Blasinstrumentes ohne eine angelegte Röhre hervorgebracht werden. Hier ist nicht sowohl die Zunge als klingender Körper (als ein an dem einen Ende fester und an dem andern freier klingender Streif) anzufehen, sondern die Höhe und Tiefe des Tones hängt ab von den Zeitabständen der abwechselnden Oeffnungen oder Verschließungen der Spalte, und also von den abwechselnden Stößen und Unterbrechungen des Luftstromes. Noch deutlicher zeigt sich dieses an einer von Cagniard-Latour erfundenen Vorrichtung, die er *Sirène* nennt, welche, so viel ich mich erinnere, in den *Annales de Chimie* beschrieben ist, und auch von Biot im zweiten Theile seiner *Traité de Physique* erwähnt wird. Sie besteht aus einer sich schnell umdrehenden Scheibe mit schief hindurchgehenden Oeffnungen, durch welche ein Luftstrom geblasen wird, der auch die Scheibe in Bewegung setzt; wodurch ein Ton entsteht, dessen Höhe oder Tiefe von der Zahl der hindurchgehenden Luftstöße und den Unterbrechungen derselben abhängt. Auch durch einen Strom von Wasser hat man, nach Biot, denselben Ton erhalten, wenn die Zahl der Unterbrechungen dieselbe war. Hier zeigt sich also ein Tönen ohne einen klingenden Körper, bloß durch unmittelbar der umher befindlichen Luft mitgetheilte

war noch fast ganz unbekannt, ehe die Herren Weber in der *Wellenlehre* S. 285 — 288 Auskunft darüber gegeben, und gezeigt haben, unter welchen Umständen der Ton mehr von der Beschaffenheit der Zunge oder von der Länge der angesetzten Röhre abhängt, welche Reihe von Flageoletklängen Statt finde u. s. w. In der Folge sind die Ergebnisse weiterer Untersuchungen dieses Gegenstandes von ihnen zu erwarten.



**Stöße.** Diese Vorrichtung könnte wohl zu noch mehreren Untersuchungen führen.

Zu den Tönen, welche durch unmittelbare schnelle und gleichförmige Schläge auf die umher befindliche Luft entstehen, kann man auch das Summen und Schwirren mancher fliegenden Insekten rechnen, wo man auch oft einen bestimmbaren Ton hört, aus dessen Höhe oder Tiefe sich auf die Schnelligkeit der Bewegungen schließen läßt, z. B. bei einer Wespe oder großen Fliege auf einige hundert, und bei einer Mücke auf mehrere tausend Schläge in einer Sekunde.

Dafs auch durch Schläge eines festen Körpers auf den andern ein Ton kann hervorgebracht werden, zeigt sich an dem von mir in der *Akustik* §. 59. und im *Traité d'Acoustique* §. 42. beschriebenen Klirrton einer Saite, in deren Mitte ein Steg ganz locker untergesetzt ist. Hier giebt nicht die Saite den Ton, welcher ihr, als klingender Körper betrachtet, zukommt, sondern der Ton ist um eine Quinte tiefer, weil er von den Zeitabständen des Anschlagens auf den Steg abhängt. Er klingt auch weit rauher und schnarrender, als wenn er durch die Schwingungen der Saite selbst hervorgebracht würde, und zeigt allemal eine Beimengung und ein Nachklingen des um die Quinte der Octave höheren Tones, welcher den beiden Hälften der Saite zukommt. Wahrscheinlich möchte sich ein, zwar sehr schnarrender und unangenehmer, aber doch wohl einigermaßen bestimmbarer Ton auch durch andere Arten eines schnellen und gleichförmigen Anschlagens eines festen Körpers auf einen andern hervorbringen lassen, z. B. durch Auf-

schlagen einer Feder auf die Zählne eines schnell und gleichförmig umgedrehten Rades.

Auch ein einfacher, hinreichend schneller und starker Stofs auf die Luft ist im Stande, bisweilen einen zwar sehr unvollkommenen, aber doch bei gehöriger Aufmerksamkeit einigermaßen bestimmbaren Ton hervorzubringen, z. B. bei einer Explosion, oder bei einem Peitschenschläge auf die Luft. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß die Wirkung auf das Gehör, auch wo in ganz freier Luft kein Echo oder Nachhall durch Rückwirkung Statt finden kann, doch immer nicht ganz augenblicklich ist, sondern ein wenig länger dauert. Daß hier eine in der Luft erregte Schallwelle mehrere nachfolgende veranlaßt, welche die Wirkung etwas verlängern, stimmt ganz mit den Beobachtungen von E. H. u. W. Weber in der *Wellenlehre* §. 180 f. überein, wo einer durch einen augenblicklichen Stofs erregten Wasserwelle wohl 50 und mehr nachfolgen <sup>\*)</sup>.

Wenn ein Körper sich sehr schnell durch die Luft bewegt, z. B. eine Flintenkugel oder Kanonenkugel, hört man auch ein Säusen oder Pfeifen, wobei sich etwas von Höhe und Tiefe, d. i. etwas von einem Tone, wiewohl meist nur sehr unvollkommen, unterscheiden läßt. Die Verschiedenheit von Höhe und Tiefe mag hier wohl theils von der Größe des sich bewegenden Körpers, theils von dessen Geschwindigkeit

\*) Vor geraumer Zeit hat mir jemand erzählt, daß ein Herrschftsbesitzer einige seiner Diensteute abgerichtet habe, durch Peitschen von verschiedenen Dimensionen eine sehr einfache Melodie hervorzubringen, welches gar wohl seyn kann, aber keine besonders angenehme Wirkung nützlich gethan haben.

abhängen. Auf welche Art nun, und nach welchen Gesetzen hier eine Bewegung, die man für gleichförmig halten sollte, auf einander folgende Schallwellen erregt, und ob diese Erregung mehr durch Reibung an den seitwärts befindlichen Lufttheilen, oder durch Verdrängung der Luft in der Richtung der Bewegung und durch das schnelle Zufließen in den nach hinten zurückgelassenen leeren Raum bewirkt werde, und wie überhaupt hier der Vorgang seyn möge, überlasse ich Andern zu bestimmen. Hieher gehört auch das Sausen oder Zischen, welches durch schnelles Hauen in die Luft mittelst eines Stabes sich hervorbringen läßt; am besten mittelst einer hölzernen Leiste, deren Dicke und Breite verschieden sind, z. B. die Dicke  $\frac{1}{4}$  und die Breite  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  Zoll, wo der kaum oder nur sehr unvollkommen zu bestimmende Ton höher ist, wenn man mit der schmälern Seite, als wenn man mit der breitem haut. Wenn die Dicke nach der einen Seite zu abnimmt, wie z. B. bei einem Säbel, oder bei einer nach der einen Seite zugespitzten Leiste, so zeigt sich mehr Höhe, wenn die dünnere Seite, als wenn die dickere gegen die Luft bewegt wird. Nächst der geringen Breite scheint die Geschwindigkeit der Bewegung am meisten zu einer mehrern Höhe des Tones beizutragen, die Länge des Stabes oder der Leiste aber wenig oder gar nichts.

Das Strömen eines sehr starken Windes durch eine enge Ritze oder Spalte, etwa in einer Bretwand oder in einem Fenster, ist bisweilen auch hinreichend, um einen Ton hervorzubringen, der aber sehr unangenehm und heulend ist, weil er sich in jedem Augenblicke verändert, da dessen Höhe und Tiefe nicht nur

von der geringern oder größern Weite der Spalte, sondern auch von der mehrern oder mindern Heftigkeit des Windes abhängt.

Aus allem dem, was hier erwähnt ist, und wovon manches vielleicht noch mehr untersucht zu werden verdient, ist zu ersehen, daß man den Begriff von *Ton* in etwas weitläufigerem Sinne nehmen muß, als es gewöhnlich geschieht, indem nicht allemal (stehende) Schwingungen eines tönenden Körpers dazu erforderlich sind, sondern es im Allgemeinen darauf ankommt, daß hinreichend starke und schnell auf einander folgende Stöße auf irgend eine Art dem umher befindlichen Medium und durch dieses dem Gehöre mitgetheilt werden. In den hier erwähnten Fällen sind es freilich auch Schwingungen, aber keine stehenden, wie bei klingenden Körpern, sondern bloß fortschreitende Schwingungen, oder unmittelbar in dem umgebenden Medium durch Stöße erregte (primäre) Schallwellen. Für den Gebrauch werden indessen nur die durch klingende Körper hervorgebrachten Töne anwendbar seyn, und von den hier erwähnten keine andern, als die des Mundstücks einer Zungenpfeife mit durchschlagender Zunge, welche auch zu dem Aeolodikon und ähnlichen Instrumenten angewendet werden.

Chladni.

## V.

*Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser;*

von

Herrn BALARD,

Apothek.u. Pfläparat.d.Chem. and. Facult.d. Wissensch. zu Montpellier.

(B e s c h l u s s.)

## VIII. Von der Bromsäure und ihren Verbindungen.

Wenn man Brom mit einer hinreichend concentrirten Auflösung von Kali schüttelt, so bilden sich, wie ich schon gesagt habe, zwei sehr verschiedene Verbindungen. Aufgelöst in der Flüssigkeit erhält man bromwasserstoffsaures Kali; zu Boden fällt ein weißes krySTALLINISCHES Pulver, welches, da es sich auf glühenden Kohlen nach Art des Salpeters schmelzen, und durch Erhitzung unter Entwicklung von Sauerstoffgas, in Bromkalium verwandeln läßt, als bromsaures Kali scheint betrachtet werden zu müssen.

Das bromsaure Kali ist sehr wenig in Alkohol auflöslich; dagegen löst es sich in ziemlich beträchtlicher Menge in siedendem Wasser auf, und schlägt sich daraus beim Erkalten in Form von zusammengruppirten Nadeln nieder. Läßt man es durch Verdampfen krystallisiren, so setzt es sich in krystallinischen Blättern von mattem Ansehen ab.

Das bromsaure Kali zersetzt sich in der Hitze. Auf glühenden Kohlen sprüht es Funken. Gepülvert mit Schwefelblumen vermischt, verpufft es durch einen Schlag. Die Auflösung dieses Salzes bringt in der vom

H h 2

salpetersauren Silberoxyde einen Niederschlag hervor. Dieser Niederschlag ist weiß und pulverförmig, und schwärzt sich kaum am Lichte; dadurch unterscheidet er sich vom Bromsilber, welches gelblich und käsig ist und leicht vom Sonnenlichte verändert wird.

Das bromsaure Kali schlägt die Bleisalze nicht nieder, während das bromwasserstoffsaure Kali mit denselben einen krystallinischen sehr reichlichen Niederschlag giebt. Es bildet mit dem salpetersauren Quecksilberoxydul einen gelblichweißen, in Salpetersäure löslichen Niederschlag.

Das bromsaure Kali besitzt eine Eigenschaft, die den chlorsauren Salzen fehlt, die man aber bei den jodsauren in einem hohen Grade antrifft. Die Säure desselben zersetzt sich nämlich unter hydrogenirenden Einwirkungen eben so, als wenn sie frei wäre; auch die schweflige Säure, der Schwefelwasserstoff, die Bromwasserstoffsäure und die Chlorwasserstoffsäure reagiren auf das bromsaure Kali und bewirken, die drei ersten eine Abscheidung von Brom, die letztere eine Verbindung von Brom mit Chlor.

Meine Versuche, durch Zersetzung des bromsauren Kalis ein Bromoxyd zu erhalten, waren vergeblich. Doch rührte dies vielleicht daher, daß ich meine Versuche nur mit sehr geringen Mengen anstellen konnte.

Die verdünnte Bromwasserstoffsäure macht Brom frei, wenn sie auf bromsaures Kali wirkt. Verdünnte Schwefelsäure entwickelt bei der Siedhitze des Wassers eine gasförmige Substanz, die ich nach einander über Wasser, Quecksilber und Oel aufgefangen habe. Ich habe immer Brom und Sauerstoffgas erhalten, was zu

zeigen scheint, entweder daß das Brom keine Oxyde zu bilden vermag, oder auch, daß diese Verbindungen, wenn man sie erhalten kann, noch leichter zerfallen als die Chloroxyde.

Man kann das bromsaure Kali noch durch ein anderes Verfahren als das angeführte erhalten. Man braucht nur z. B. das Brom mit Chlor zu verbinden, und die Auflösung dieser Verbindung in Wasser mit Kali in Berührung zu bringen, um augenblicklich bromsaures und bromwasserstoffsaures Kali durch Zersetzung des Wassers zu erhalten. Man trennt diese Salze leicht vermöge ihrer ungleichen Lösbarkeit.

Ich benutzte dies Verfahren um bromsauren Baryt zu bereiten, und erhielt dasselbe dadurch in Gestalt von nadelförmigen KrySTALLen, die sich in siedendem Wasser leicht, aber in kaltem Wasser nur wenig auflösen, und auf glühenden Kohlen mit grüner Flamme schmelzen.

Fällt man aus einer Auflösung von bromsaurem Baryt durch verdünnte Schwefelsäure den Baryt gänzlich, so bekommt man eine Flüssigkeit, die nur eine verdünnte Auflösung von Bromsäure ist. Durch ein gelindes Verdampfen kann man den größeren Theil des Wassers von der Säure entfernen, wodurch diese alsdann eine Syrupsconsistenz erlangt. Erhöht man die Temperatur noch mehr, um das Wasser, das die Säure enthält, völlig zu verjagen, so verfliegt ein Theil derselben, und der andere zersetzt sich in Sauerstoff und Brom. Dasselbe scheint bei der Verdampfung dieser Flüssigkeit im Vacuo über Schwefelsäure Statt zu finden. Das Wasser scheint also zum Bestehen der Bromsäure nothwendig zu seyn.

Die Säure röthet das Lackmuspapier anfänglich stark, entfärbt es aber nach einiger Zeit. Sie riecht kaum, und schmeckt sehr sauer, aber keinesweges ätzend. Salpetersäure und Schwefelsäure üben keine chemische Wirkung auf sie aus. Die letztere, wenn sie sehr concentrirt ist, bewirkt zwar ein Aufbrausen, vermuthlich von entweichendem Sauerstoffgase herrührend, und setzt Brom in Freiheit; aber dieser Vorgang scheint der hohen Temperatur, die bei Verbindung der Schwefelsäure mit dem Wasser der Bromsäure entsteht, zugeschrieben werden zu müssen, denn er findet nicht Statt, wenn die Schwefelsäure verdünnt ist. Die Wasserstoffsäuren, so wie die mit Sauerstoff nicht gesättigten Säuren, wirken dagegen sehr heftig auf die Bromsäure. Schweflige Säure, Schwefelwasserstoffsäure und Bromwasserstoffsäure zersetzen dieselbe, eben so die Chlor- und Jodwasserstoffsäure. Mit den beiden letzteren erhält man Verbindungen von Brom mit Chlor und Jod. Eben so gegen die Bromsäure verhalten sich diese Säuren, wenn sie mit Basen verbunden sind.

Mit Silbersalzen giebt die Bromsäure einen weissen pulverigen Niederschlag, der nur bromsaures Silberoxyd zu seyn scheint. Concentrirte Auflösungen von Bleisalzen werden ebenfalls von ihr gefällt, aber der Niederschlag löst sich auf Zusatz von ein wenig Wasser auf, und unterscheidet sich dadurch von demjenigen, welchen die bromwasserstoffsauren Salze in den Auflösungen der Bleisalze hervorbringen. Auch giebt sie, wie das bromsaure Kali, mit salpetersaurem Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag.



Die Bromsäure nähert sich in ihren Eigenschaften sehr den analogen Verbindungen des Chlors und Jods; dadurch aber, daß es unmöglich ist, sie gänzlich vom Wasser zu befreien, und sie bis zum Sieden zu erhitzen, ohne nicht wenigstens theilweise sie zu zersetzen, kommt sie weit mehr der Chlor- und Jodsäure nahe und zeigt, daß der Sauerstoff in ihr weniger stark gebunden ist, als in der Jodsäure.

Ihre Bestandtheilungsverhältnisse scheinen denselben Gesetzen unterworfen zu seyn, wie die der Chlor-, Jod- und Salpetersäure. So hinterließen 1,128 bromsaures Kali nach dem Glühen 0,790 Bromkalium. Der Gewichtsverlust, vom entwichenen Sauerstoffe herrührend \*), betrug folglich 0,338. Nun enthalten 0,790 Bromkalium nach der früher angeführten Analyse 0,51745 Brom und 0,27255 Kalium. Diese Menge Kalium absorbirt, um in Kali überzugehen, 0,05563 Sauerstoff, welches Quantum von 0,338 abgezogen, 0,28237 für die Sauerstoffmenge übrig läßt, die mit 0,51745 Brom vereinigt gewesen ist. Nach diesem Versuche würde die Bromsäure zusammengesetzt seyn aus;

64,69	Brom
35,31	Sauerstoff
<hr/>	
100,00	

Bezeichnet nun 93,28, die aus der Analyse des Bromkaliums abgeleitete Zahl, das Atomengewicht des Broms, und nimmt man an, daß die Bromsäure aus *fünf* Atomen Sauerstoff und *einem* Atome Brom zu-

\*) Ich hatte diesen Versuch so angestellt, daß ich das entweichende Sauerstoffgas auffangen und messen konnte; allein, da das Apparat zufällig in Unordnung gerieth, war es mir nicht erlaubt, auf diese Art das erhaltene Resultat zu controliren.

sammengesetzt sey, so findet man, daß 100 Theile Bromsäure enthalten müssen:

65,10	Brom
34,90	Sauerstoff
<hr/>	
100,00,	

Diese Zahlen weichen so wenig von denen ab, welche die directe Analyse der Bromsäure gegeben hat, daß es mir scheint, man könne die Voraussetzung, in welcher sie erhalten sind, als wahr betrachten.

#### IX. Von der Verbindung des Broms mit dem Chlor und Jod.

Das Brom verbindet sich mit dem *Chlor* bei gewöhnlicher Temperatur. Man kann diese Verbindung dadurch erhalten, daß man einen Strom von Chlor in Brom leitet, und die entweichenden Dämpfe durch eine Kältemischung verdichtet. Das Chlorbrom erscheint in Gestalt einer röthlichgelben, weit weniger dunkeln Flüssigkeit als das Brom selbst. Es hat einen durchdringenden, zu Thränen reizenden Geruch und einen äußerst unangenehmen Geschmack. Es ist sehr flüchtig und sehr flüchtig. Seine dunkelgelben, dem Chloroxyd an Farbe ähnlichen Dämpfe haben nichts mit der Röthe der Bromdämpfe gemein. Es macht die Metalle verbrennen, mit welchen es wahrscheinlich Chlor- und Brommetalle giebt. Das Chlorbrom ist auflöslich in Wasser. Die Auflösung hat die Farbe und den Geruch des Chlorbroms, und entfärbt das Lackmuspapier schnell, ohne es zu röthen. Das Chlorbrom kann sich also unzersetzt in Wasser auflösen. Dagegen zersetzt es das Wasser unter Mitwirkung alkalischer Körper. Kali, Natron, Baryt in die Auflösung des Chlorbroms gebracht, erzeugen chlor-

wasserstoffsaure und bromwasserstoffsaure Salze. Diese Eigenschaft, welche auch das Chlorjod besitzt, bestätigt, daß das Chlor wirklich mehr Verwandtschaft zum Wasserstoff besitzt, als das Brom.

*Bromjod.* Das Jod scheint mit dem Brom zwei Verbindungen zu bilden. Läßt man diese Körper in gewissen Verhältnissen auf einander wirken, so erhält man eine feste Verbindung, die, wenn man sie erhitzt, rothbraune Dämpfe giebt, welche sich zu kleinen farrenkrautähnlichen Kry stallgruppen von derselben Farbe verdichten. Ein neuer Zusatz von Brom verwandelt diese Kry stallen in eine flüssige Verbindung, die im Aeußern der mit Jod sehr beladenen Jodwasserstoffsaure ähnlich ist. Das flüssige Bromjod läßt sich mit Wasser mischen, und theilt diesem die Eigenschaft mit, Lackmuspapier und -Tinktur zu entfärben, ohne sie zu röthen. Alkalien, in diese Auflösung gebracht, erzeugen bromwasserstoffsaure und jodsaure Salze, wie es die Analogie voraussehen läßt.

#### X. Von der Wirkung des Broms auf Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff.

Phosphor und Brom in einer mit Kohlensäure gefüllten Flasche in Berührung gebracht, wirken augenblicklich aufeinander, unter Entwicklung von Licht und Wärme. Das Resultat der Verbindung theilt sich in zwei Portionen; die eine von ihnen ist fest, sublimirt sich und kry stallisirt in dem obern Theile des Gefäßes; die andere ist flüssig und nimmt den untern Theil ein.

Die letztere Verbindung scheint weniger Brom zu enthalten, als die feste kry stallinische, und kann auch in der That durch Hinzufügung einer hinlänglichen

Menge Brom die letztere Form erhalten. Ich nenne sie daher *Bromphosphor im Minimo* (Proto-Bromure de phosphore) und die feste Verbindung *Bromphosphor im Maximo* (Deuto-Bromure de Phosphore).

*Bromphosphor im Minimo.* Dieser Bromphosphor ist flüchtig, selbst bei  $-12^{\circ}$  C. Er röthet das Lackmus, aber schwach und vielleicht nur deshalb, weil er aus nicht ganz trocknen Materialien bereitet worden ist. Er verfliegt mit Leichtigkeit, und stößt an der Luft stechende Dämpfe aus. Er kann, wie der Chlorphosphor im Minimo einen Ueberschuß von Phosphor auflösen, und erlangt dadurch die Eigenschaft, brennbare Körper zu entzünden. Er wirkt sehr heftig auf Wasser, macht viel Wärme frei und erzeugt Bromwasserstoffsäure, die man in Gasform erhält, wenn man nur einige Tropfen Wasser hinzufügt, die sich aber in Wasser auflöst, wenn man dasselbe in größeren Verhältnissen angewandt hat. Diese saure Flüssigkeit hinterläßt beim Verdampfen einen Rückstand, welcher, wenn man ihn trocknet, schwach brennt, und dadurch in Phosphorsäure übergeht.

*Bromphosphor im Maximo.* Dieser Bromphosphor ist fest und von gelber Farbe. Bei einer etwas erhöhten Temperatur schmilzt er zu einer rothen Flüssigkeit, die bei fernerer Erhitzung Dämpfe von derselben Farbe giebt. Wenn man diesen Bromphosphor, nachdem er geschmolzen ist, erkaltet oder seine Dämpfe verdichtet, so giebt er Kryalle, im ersten Falle von rhomboidaler Form, im andern als Nadeln, die mit einander verwachsen sind. Die Metalle zersetzen ihn, und erzeugen Brommetalle, wahrscheinlich auch Phosphormetalle. Er stößt an der Luft

dichte, stechende Dämpfe aus. Er zersetzt das Wasser unter Entwicklung von Wärme und Bildung von Bromwasserstoff- und Phosphorsäure.

Läßt man Chlor auf diesen oder den vorigen Bromphosphor wirken, so entwickeln sich röthliche Dämpfe von Brom, und man erhält Chlorphosphor. Das Jod kann diese Verbindungen nicht zersetzen; im Gegentheile erhält man violette Dämpfe und Bromphosphor, wenn man Brom auf Jodphosphor wirken läßt.

*Bromschwefel.* Man erhält Bromschwefel, wenn man Brom auf sublimirten Schwefel gießt. Dieser verwandelt sich in eine öartige röthliche Flüssigkeit, die weit dunkler ist als der Chlorschwefel, und wie dieser weiße Dämpfe an der Luft ausstößt. Diese Dämpfe riechen auch entfernt nach Chlorschwefel. Der Bromschwefel röthet für sich das Lackmuspapier nur schwach, unter Mitwirkung von Wasser aber sehr stark. Kaltes Wasser wirkt nur wenig auf ihn, siedendes aber bewirkt eine schwache Verpuffung, und es bilden sich Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff. Chlorschwefel dagegen erzeugt unter denselben Umständen, ohne Verpuffung, Chlorwasserstoffsäure, schweflige Säure und Schwefelsäure. Der Bromschwefel wird vom Chlor unter Entwicklung von Brom und Erzeugung von Chlorschwefel zersetzt.

*Bromkohlenwasserstoff* (Hydro-Carburede Brôme). Ich beobachtete weder eine Zersetzung noch eine Verbindung, als ich Kohle bei verschiedenen Temperaturen mit Brom im Berührung brachte, aber dieser Körper läßt sich leicht mit dem ölbildenden Gase vereinigen.

Bringt man einen Tropfen Brom in eine mit diesem Gase gefüllte Flasche, so wird er augenblicklich in eine ölarartige, farblose Flüssigkeit verwandelt, die schwerer als Wasser ist, und die, statt des lebhaften Bromgeruchs, nur einen ätherischen Geruch, der angenehmer ist als der vom Chlorkohlenwasserstoff, besitzt.

Der Bromkohlenwasserstoff verflüchtigt sich mit Leichtigkeit; durch ein rothglühendes Glasrohr geleitet, wird er zerlegt, wobei sich Kohle absetzt, und Bromwasserstoffgas entwickelt. Mit einem angezündeten Körper berührt, verbrennt er unter Erzeugung sehr saurer Dämpfe und eines dicken Rauchs von sehr vertheilter Kohle. Ein Versuch, durch Einwirkung der Sonnenstrahlen auf ein Gemenge von Brom und ölbildendem Gase (*un melange de cet hydro-carbure de brôme*), Bromkohlenstoff zu erhalten, war vergebens.

Eine Verbindung, identisch mit der, welche ich so eben beschrieben habe, erhält man, wenn man die durch Chlor gefärbte Mutterlauge der Salzfoolen destillirt. Das so erhaltene Brom ist oft mit Bromkohlenwasserstoff gemengt, von dem man es mittelst Wasser trennt. Zuweilen ist bei dieser Operation das Brom gänzlich in diese dreifache Verbindung verwandelt. Dies rührt wahrscheinlich von einer Wirkung des Broms auf die organische Materie her, die in geringer Menge in der Salzfoole enthalten ist, und dem Rückstande nach der Verdampfung die Eigenschaft ertheilt, sich zu schwärzen, wenn man ihn stark erhitzt.

#### XI. Von der Wirkung des Broms auf einige organische Substanzen.

Die große Verwandtschaft des Broms zum Wasserstoff läßt einigermaßen vorhersehen, wie es auf

organische Körper wirken wird. Es zersetzt die meisten von ihnen, indem es allemal Bromwasserstoffsäure bildet, und zuweilen Kohle ausscheidet.

Das Brom löst sich sehr gut in Essigsäure und reagirt nur langsam auf sie. Es ist sehr auflöslich in Aether und Alkohol. Die gefärbten Lösungen mit diesen beiden Flüssigkeiten verlieren nach einigen Tagen ihre Farbe, und man findet Bromwasserstoffsäure in denselben aufgelöst. Fette Oele erzeugen nur sehr langsam Erscheinungen dieser Art. Dagegen findet sie augenblicklich Statt, wenn man Brom mit ätherischen Oelen in Berührung bringt. Als ich einige Tropfen Brom in Terpentin- oder Anisöl brachte, erzeugte sich Wärme, weiße Dämpfe von Bromwasserstoffsäure entwichen, und das ätherische Oel verwandelte sich in eine gelbliche harz- oder pechartige, dem Terpentin ähnliche Masse. Harz verhält sich eben so zu dem Brom. Der Kampher löst sich in demselben auf, und verliert in dieser Verbindung den grössten Theil seines Geruchs und seiner Flüchtigkeit. Diese Verbindung von Brom und Kampher erstarrt und krySTALLISIRT, wenn man die Temperatur erniedrigt. Das Brom verändert die dauerhaftesten Farbestoffe sehr beträchtlich; gleich dem Chlor, nimmt dasselbe ihnen die Farbe und verwandelt sie in eine besondere Substanz von gelber Farbe.

Ich habe keine bemerkenswerthe Erscheinungen wahrgenommen, als ich auf Zucker, Stärke, Morphine, Margarinsäure u. s. w. Brom wirken liess. Die geringe Menge von Brom, die mir zu Gebote stand, erlaubte mir nicht zu untersuchen, wie sich dasselbe zu andern organischen Verbindungen verhält.

## XII. Von der Naturgeschichte des Broms.

Das Brom findet sich im Meerwasser in sehr geringer Menge. Selbst die Mutterlauge aus unsern Salinen enthält nur sehr wenig, obgleich sie zur Abscheidung des Meersalzes sehr stark eingedampft wird, und dieses keine merkliche Quantitäten von Brom mit sich nimmt. Die Art, auf welche man Brom gewinnen kann, scheint anzudeuten, daß das Brom als Bromwasserstoffsäure im Meerwasser vorhanden ist, und zwar an Magnesia gebunden, wie mich einige Betrachtungen glauben lassen. Der Rückstand des abgedampften Meerwassers giebt wirklich, nachdem er stark gegläht worden ist, kein Brom mehr durch Behandlung mit Chlor. Erwägt man nun, daß unter den von mir untersuchten bromwasserstoffsauren Salzen nur allein das Magnesiumsalz durch Hitze zersetzbar ist, so wird man geneigt seyn zur Annahme, daß das Meerwasser in der That diese Verbindung enthalte. Die Pflanzen und Thiere, welche im Meere leben, enthalten ebenfalls Brom. Die Lauge aus der Asche aller im Mittelländischen Meere wachsenden Pflanzen erhält eine gelbe Farbe, wenn man sie mit Chlor behandelt. Eben so sah ich diese Farbe entstehen, als ich mit Chlor die Auflösung der Asche von *Janthina violacea* behandelte, eines zu den Molluscistaceis gehörigen Thiers, welches ich der Güte des Hrn. August Bérard verdanke, und welches dieser Officier auf seiner zweiten Reise um die Welt auf der Insel St. Helena eingefangen hatte. Ferner habe ich merkliche Mengen von Brom in der Vareck-Soda gefunden, die zur Gewinnung des Jods dient\*). Endlich schien mir der Rück-

\*) Das Verfahren, wodurch es mir am besten gelang, das Brom aus Verbindungen abzuscheiden, die zugleich Jod enthielten, be-



stand von der Verdampfung eines Mineralwassers aus den östlichen Pyrenäen, welcher sehr salzreich war, durch Chlor gelb gefärbt zu werden. Wenn das Brom wirklich in einem Wasser dieser Art vorhanden ist, so darf man hoffen, es in den eigentlich salinischen Wässern anzutreffen, und vor allem in der Mutterlauge des Steinsalzes. Es fehlt mir an Materialien, um diese Vermuthung zu bewähren. Alles dies macht es sehr wahrscheinlich, daß man das Brom in einer großen Anzahl von Meeresproducten auffinden wird.

---

Am Schlusse dieser Abhandlung werden von Hrn. Balard noch einige Betrachtungen über die Natur des Broms angestellt, die ich hier aber übergehen zu können glaube, da sie den bisher angeführten Thatfachen nichts Wesentliches hinzufügen, und also jeder Leser zu ähnlichen Betrachtungen die Materialien in Händen hat. Hr. Balard erklärt sich übrigens für die einfache Natur des Broms, die im gewöhnlichen Sinne auch wohl kaum zu bezweifeln ist, und stellt diesen Körper vermöge seiner Eigenschaften zwischen das Chlor und Jod; er verspricht außerdem die gegenwärtige Untersuchung wo möglich durch eine künftige Arbeit zu vervollständigen.

Seitdem die Entdeckung des Hrn. Balard zur Kenntniß der Chemiker in Deutschland gelangt ist, haben mehrere von ihnen die Auffuchung des Broms mit rühmlicher Thätigkeit betrieben, und dadurch in sehr kurzer Zeit zur Gewißheit gebracht, daß dieser Körper nichtgar selten in der Natur vorkommt, vielleicht verbreiteter ist als das Jod. Statt dessen, was von obiger Abhandlung fortgelassen ist, sey es mir daher erlaubt, hier kürzlich die Resultate dieser Nachforschungen zusammenzufassen, wenn gleich ich nicht beabsichtige, ein ängstliches Verzeichniß aller fernern Fundorte des Broms damit zu eröffnen. — Zuerst in Deutschland, scheint, wie es die Tagesblätter, unter andern die *Berlinischen Nachrichten* vom 15. Nov. 1826. sehr früh ins Publikum gebracht haben, das Brom vom Hrn. Prof. Liebig in Gießen aufgefunden zu seyn, und zwar in der Mutterlauge aus der Saline zu *Theodorshalle* bei *Kreuznach*. Derselbe erhielt aus 30 Pfund der Mutterlauge 20 Grammen Brom, und bestimmte das Atomengewicht desselben durch einen Versuch, worin 2,521 Grm. Bromkalium, mit salpeterfaurem Silber gefällt, 4,041 Grm. Bromsilber gegeben hatten, zu 94,11 gegen Sauerstoff = 10 (Ann. d. chim. et d. phys. T. XXXIII. 331.). — Darauf ent-

---

stand darin, daß ich das Jod durch ein Kupfersalz fällte, das unlösliche Jodkupfer abfiltrirte, die Flüssigkeit eindampfte, und nun den Rückstand mit Schwefelsäure und Manganoxyd behandelte.

deckte Hr. Prof. C. G. Gmelin in Tübingen (wie mir derselbe brieflich meldete, und es späterhin auch die Berlinischen Nachrichten vom 6. Dec. 1826. bekannt machten) das Brom im *Wasser des todtten Meeres*, von dem Hr. Leutze aus Ehningen eine Flasche voll mitgebracht hatte. Dieß Vorkommen ist eins der ausgezeichnetern, indem das Brom in solcher Menge in dem Wasser enthalten ist, daß es sich ohne vorherige Abdampfung daraus abcheiden läßt. Hr. Geheimrath Hermbstädt, von dem man in dem folgenden Aufsatze eine Bestätigung dieser interessanten Entdeckung findet, hat die Güte gehabt, die Abscheidung des Broms aus diesem Wasser in meiner und mehrerer hiesigen Chemiker Gegenwart zu wiederholen, und uns dadurch mit den Haupteigenschaften dieses Stoffes durch eigene Ansicht bekannt zu machen. — Nächstdem hat Hr. Prof. Geiger zu Heidelberg eine geringe Spur von Brom in der Salzfoole von *Rappenz* im Großherzogth. Baden aufgefunden (dessen Magazin für Pharmacie Bd. XVI. S. 125 u. 207.), wofelbst auch und außerdem noch in den Salzfoolen von *Dürrheim*, *Schweningen*, *Wimpfen* und *Jaxfeld* die Gegenwart dieses Körpers vom Hrn. Prof. Fromherz zu Freyburg nachgewiesen ist (Schweigg. Journ. XLVIII. 252.). Einen gleichen Erfolg haben ferner des Hrn. Dr. Meissner Untersuchungen der Salzfoole aus dem deutschen Brunnen zu Halle gehabt, so wie des Hrn. Administrator Hermann zu Schönebeck mit der Foole aus der dortigen Saline (a. a. O. Bd. 48. S. 108. und Heft. 2. Umschlag). Der letztere Chemiker hat sich auch erboten, das Brom käuflich abzulassen. Endlich ist das Brom noch in der Mutterlauge aus der Saline *Rosenheim* in Baiern, vom Hrn. Hofrath Vogel in München entdeckt (Kastner's Archiv Bd. IX. S. 378). Dieser Chemiker hat auch das von Hrn. Ballard und mehreren Andern getragene Bedenken, ob nicht etwa das Brom eine bisher unbekannte Verbindung des Chlors mit Jod sey, durch directe Versuche zu heben gesucht. Derselbe leitete nämlich einen Strom von Chlorgas in eine gemeinschaftliche Auflösung von salzsaurer Magnesia und Jodkalium, und behandelte sie darauf mit Aether. Der Erfolg war, daß sich zwar die Flüssigkeit augenblicklich gelb färbte, und der Aether eine hyacinthrothe Farbe annahm, die er auf Zusatz von Kali wieder verlor; als aber der mit Kali entfärbte Aether abgedampft, und der Rückstand mit Manganoxyd und Schwefelsäure destillirt wurde, gingen nicht rothe, sondern purpurfarbene Dämpfe über, die sich zu glänzendem Jod verdichteten. Die Ansicht, das Brom von der Liste der einfachen Körper auszustreichen, hat also hiedurch nicht gewonnen. Nach einer Anzeige unter den Verhandlungen der Academie zu Paris, in den Ann. de chim. et de phys. XXXIII. 324. hat Hr. Dumas ein Chlorjod entdeckt, das eine große Anzahl der Eigenschaften des Broms besitzt. Wie dieses dargestellt worden, und in wie fern es für oder wider die einfache Natur des Broms spricht, steht noch zu erwarten. P.

## VI.

*Vorkommen des Broms in dem Wasser des  
todten Meeres;*

von

S. F. HERMBSTAEDT.

Die Auffindung des *Broms* in dem Wasser aus dem todten Meere, welche Herr Prof. Gmelin in *Tübingen* kürzlich bekannt gemacht hat; so wie der Besitz einer kleinen Quantität des gedachten Wassers, welches von meiner früheren Analyse desselben zurückgeblieben ist und sich durch seine Reinheit besonders auszeichnet, weil dasselbe nicht in einer Flasche aus Blech, sondern in einem gläsernen Gefäße mitgebracht worden ist, hat mich veranlaßt, solches gleichfalls einer Prüfung auf *Brom* zu unterwerfen, das ich auch ziemlich reichlich darin aufgefunden habe.

Der kleinste Zusatz von *Chlor* färbt jenes Wasser auf der Stelle gelb; das *Chlor* scheint ein überaus empfindliches Reagens für das *Brom* zu seyn. Leitet man *Chlorgas* unmittelbar in das bromhaltige Wasser ein, so vermehrt sich die Entwicklung des *Broms*, die Flüssigkeit nimmt eine tiefe goldgelbe Farbe an und den Geruch des *Chloroxyds*.

Wird das gelbe Fluidum mit *Schwefeläther* geschüttelt, so nimmt er alles *Brom* schnell in sich, in dessen Verbindung derselbe nun, über der entfärbten Flüssigkeit, als ein tief hyacinthfarbenes Fluidum schwimmt, das nichts weniger als unangenehm riecht.

Wird diesem bromhaltigen Aether *reine Kalilauge* zugesetzt, so wird er schnell entfärbt und der farblose Aether schwimmt über der farblosen *Bromkalilauge*. Das *Kali* ist darin neutralisirt und die Lösung desselben schmeckt wie *Jodkaliumlösung*. An der warmen Luft verdunstet, bilden sich theils wässrige, theils säulenförmige, farblose und geruchlose Krystalle, die man, ihrer Gestalt und ihrem Geschmacke zufolge, leicht für *Jodkalium* halten könnte.

Als ich gedachte Krystalle mit dem halben Gewichte *Mangan-Superoxyd* zusammengerieben, in einer Retorte mit dem halben Gewichte des *Bromkalis* reinem *Schwefelsäure-Hydrat* versetzt, das vorher mit dem halben Gewichte Wasser verdünnt worden war, erwärmte sich die Masse unter Entbindung von braunrothen Dämpfen. Der Hals der Retorte wurde nun in einem kleinen Glase in ein wenig Wasser getaucht und das Glas mit einem Gemenge von *Schnee* und *Kochsalz* umgeben; die Retorte sodann gelinde erhitzt. Hier ging das *Brom* in dunkelrothen Tropfen in die Vorlage über. Von diesen wurde anfangs ein Theil vom Wasser aufgelöst, der übrige senkte sich hingegen als ein dunkelrothes Fluidum darin zu Boden, das sich nach einigen Tagen zum größten Theile in der darüberstehenden Flüssigkeit auflöste, die davon eine satte hyacinthgelbe Farbe annahm.

Die hier bemerkten Erscheinungen sind ganz denjenigen analog, wie sie Herr Balard, der Entdecker des *Broms*, beschrieben hat; sie bieten also in der Sache selbst nichts Neues dar, sie bestätigen sie aber vollkommen.

*Jod* war auf keine Weise in dem Wasser aus dem *totten Meere* aufzufinden.

Im Wasser der *Ostsee*, das freilich schon während mehrerer Jahre bei mir in Flaschen aufbewahrt worden war, konnte ich keine Spur von *Brom* entdecken; vielleicht daß das frischgeschöpfte Wasser aus der *Ostsee* solches darbieten möchte.

Ich werde meine Arbeiten mit *Meersalz*, mit *Steinsalz* aus verschiedenen Gegenden, so wie mit *Kochsalz* aus verschiedenen *Ländern* und *Salinen* fortsetzen, und die Resultate derselben mittheilen.

## VII.

*Ueber das Verhalten der organischen Körper in  
höheren Temperaturen;*

von

OTTO UNVERDORREN zu Dahme.

(B e s c h l u s s.)

## III. Von den ätherischen Oelen.

I. *Ätherisches Thieröl*. Dies Oel ist im Doppel'schen Oele ziemlich rein vorhanden und darin nur mit einer geringen Menge von Odorin, Ammoniak und einer Spur von Thier-Brandssäure verunreinigt. Man befreit es davon, indem man es erst mit Schwefelsäure und dann mit Kali destillirt. Da dieses Oel sich an der Luft so äußerst leicht bräunt, so müssen die Arbeiten damit sehr vorsichtig geleitet werden. Für sich wird es schon in einer Nacht sehr stark braun an der Luft und nach langer Zeit trocknet es ganz ein. Wenn man das Oel analysirt, nachdem es etwas dickflüssig geworden, so findet man: a) ätherisches Thieröl in großer Menge; — b) eine bedeutende Menge eines weniger flüchtigen Thieröls, das einen schwachen Geruch besitzt und dem schwer flüchtigen Oele des *Oleum animale foetidum* wohl gleich ist; — c) eine nicht unbedeutende Menge von Odorin; — d) eine nicht geringe Menge von Fuscin; — e) ein wenig von dem rothen, dem Fuscin ähnlichen Körper; — f) eine bedeutende Menge eines rothbraunen Körpers, der sich nicht in Kali, in verdünnt-

ten Säuren in Alkohol und in Aether auflöst, sondern nur in Vitriolöl; — g) ein in Alkohol, aber nicht in Kali lösliches Harz; — h) ein in Kali und Alkohol unlösliches Harz; — i) eine große Menge Brand-  
säure.

Wenn das Oel dicker wird, so oxydirt sich die Brandsäure und läßt das Odorin zum Theil fahren. Hier war das brandsaure Odorin, und Fuscin mit den andern Substanzen in dem noch vorhandenen Oele gelöst.

*Behandlung des ätherischen Thieröls mit Salpetersäure.* Die verdünnte Säure wirkt ruhig und langsam auf das Oelein, wobei sich viel Harz absetzt. Durch eine starke Säure wird aber das Oel unter Kochen und Spritzen zerfetzt, daher man dieses nach und nach in die Säure eintragen muß. Wenn hierbei die Säure nicht mehr aufwallt, so ist der Prozeß beendet und die Säure neutralisirt. Mischt man nun die Flüssigkeit (um das Odorin zu binden) mit einem Achtel des Gewichts der angewandten Salpetersäure an englischer Schwefelsäure, und destillirt sie in einer Glasretorte ein Paar Mal, nachdem man sie zuvor mit Wasser verdünnt hat, so erhält man ein Destillat, das aus folgenden Producten besteht.

a) Im Falle, daß oben kein Ueberschuß von Thieröl der Säure hinzugesetzt ist, aus einer geringen Menge eines ätherischen Oels, das nach Moschus riecht, und das ich überall bei der Einwirkung der Salpetersäure auf ätherische Oele gefunden habe.

b) Aus einer Menge einer eigenthümlichen Säure, welche sich überall bei Einwirkung von Salpetersäure auf ätherische Oele bildet. Diese Säure ist ölartig, löst sich nur wenig in Wasser, dagegen aber leicht in Al-

kohol und selbst im wasserhaltigen. Sie hat eine gelbe Farbe, weshalb ich sie *Gelbsäure* nennen werde, und einen eigenthümlichen Geruch, der hinterher dem der Blausäure ähnlich, aber bei weitem schwächer wie dieser ist. Kalilauge löst die Säure sehr leicht und mit gelbbrauner Farbe auf; hinzugesetzte Säuren scheiden die Gelbsäure unverändert wieder ab. Bleibt die kalische Lösung der Säure an der Luft stehen, so wird sie in die Säure verwandelt, welche sich bei Oxydation der ätherischen Oele an der Luft bildet. Dasselbe geschieht beim Sieden der kalischen Lösung. Die neutrale Lösung schlägt Bleisalze gelb und Silbersalze gelbbraun nieder. Das gelbsäure Eisenoxydul ist ein grauer, in Säuren vollkommen löslicher Niederschlag, der keine Blausäure enthält; so wie man es aber an der Luft mit Wasser kocht, zersetzt es sich, und wird gelb. Schwefelsäure jetzt damit gekocht, scheidet eine Säure ab, die der Brandsäure aus Schleimharzen ähnlich ist, und läßt ein blausaures Eisen von grüner Farbe zurück, aus welchem Kali, mit Hinterlassung von Eisenoxyd, blausaures Eisenoxydul auszieht.

Auf der sauren Flüssigkeit schwimmt ein Harz (c), das wiederum aus zwei andern besteht, 1) aus einem, das in Kali mit schön gelbbrauner Farbe auflöslich ist, und sich auch leicht in Alkohol löst. Dies Harz, welches sich bei Einwirkung der Salpetersäure auf alle ätherische Oele und Harze bildet, giebt Verbindungen mit den Basen, wie Colophon; 2) aus einem in Kali unlöslichen halbharzigen Körper.

Ferner bildet sich bei Einwirkung der Salpetersäure auf das ätherische Thieröl (d) eine große Menge

Odorin, wie schon vorhin angedeutet worden, und zwar ist dies die beste Methode, sich Odorin zu verschaffen; — e) Fuscin, in bedeutender Menge, und f) ein brauner extractivartiger Körper, der die Salze des Eisen-, Blei-, Silber- und Quecksilberoxyds vollkommen fällt, den Alaun aber wenig.

*Behandlung des ätherischen Thieröls mit Vitriolöl.* Das Thieröl löst sich unter Entwicklung von Wärme, mit brannrother Farbe und Entweichung von ein wenig schwefliger Säure, in concentrirter Schwefelsäure auf. Ein Theil des Oels bleibt aber ungelöst und dieser besteht a) aus einem ätherischen Oele, das nicht unangenehm, nach Benzoë riecht; — b) aus einem schwerflüchtigen, weniger riechenden ätherischen Oele, und c) aus einer Spur einer äußerst stinkenden Säure.

Die braunrothe Lösung in Vitriolöl giebt, mit Wasser verdünnt und mehrmals destillirt: a) viel benzoëartiges Oel; b) schwerflüchtiges ätherisches Oel; c) viel von der schon genannten stinkenden Säure. Diese Säure ist ölartig, leichter als Wasser und nicht in Wasser löslich; sie löst sich aber leicht in Kali auf, und oxydirt sich dann an der Luft zu einem Harze und zu einer Säure, die nach Buttersäure riecht und wahrscheinlich Hrn. Chevreul's *acide caprique* ist. Dies gilt auch von den Säuren, die ich als buttersäureartig bezeichnet habe. Kali macht den Geruch dieser Säure verschwinden, Säuren bringen ihn sogleich wieder hervor.

In der Retorte bleibt eine saure, wenig gefärbte Flüssigkeit und ein Harz zurück. Dies Harz besteht:



1) aus einem in Alkohol und Aether unlöslichen, nur in Vitriolöl und zwar mit rothbrauner Farbe löslichen Körper, der pulvrig, nicht harzig ist, rothbraun aussieht, und der sich auch bei der Oxydation des ätherischen Thieröls an der Luft bildet; — 2) aus einem in Aether löslichen Harze; — 3) aus einer geringen Menge Odorin; — 4) aus einem weissen in Wasser löslichen Körper, der sich an der Luft in Fuscin verwandelt.

Wenn man das Oel mit Schwefelsäure erhitzt, so scheidet sich Kohle ab und es entwickelt sich schweflige Säure und viel stinkende Säure.

Wird das Thieröl mit Chlorwasser in Uebermafs geschüttelt, so bildet sich ein reines schwerflüchtiges, weniger stinkendes Thieröl, ferner etwas Harz, viel von dem rothen nur in Vitriolöl löslichen Pulver, ein wenig Odorin, und dann die Base, welche sich bei der Destillation der Thier-Harze erzeugt, schwerflüchtig ist und sich wenig in Wasser auflöst.

II. *Die ätherischen Oele des Guajaks.* Das leichtflüchtige Oel, welches rettigartig riecht, oxydirt sich sehr schnell an der Luft, setzt dabei ein gelbbraunes Pulver ab und wird braun und dick. Das weniger flüchtige Oel giebt dieselben Producte, nur langsamer. Es bildet sich 1) Guajak-Brandssäure in sehr grosser Menge, 2) ein Harz, das in Kali löslich ist und auch in kaltem Alkohol, aber schwer; 3) ein Pulver, das in Kali unlöslich ist.

Mit rauchender Salpetersäure bildet es, ohne besonders heftige Erhitzung: α) das gewöhnliche Oel, das den mit ihm in Berührung gewesenen Werkzeugen, z. B. Mörsern u. s. w. nach einigen Wochen einen

eigenthümlichen Moschusgeruch ertheilt, überdies gelblich ist, sich an der Luft bräunt und leicht versiegt; — *b*) ein wenig Gelbsäure, — *c*) ein in Kali und Alkohol lösliches gelbbraunes Harz, — *d*) ein in Kali nicht lösliches braunes Harz, — *e*) eine nicht beträchtliche Menge einer im Gerüche eigenthümlichen Basis, die noch geringere Verwandtschaft zu den Säuren hat, als das Odorin; — *f*) etwas Odorin.

In englischer Schwefelsäure von 1,85 spec. Gewicht, lösen sich die ätherischen Oele des Guajaks sehr leicht und vollständig, mit bräunrother Farbe, auf. Die Lösung mit Wasser verdünnt und destillirt, giebt *a*) unverändertes Oel zur Hälfte, — *b*) ein wenig Guajak-Brandssäure, — *c*) nicht sehr viel eines braunen, in Kali und Alkohol auflöselichen Harzes, das in sehr geringer Menge und mit grüner Farbe in einer etwas concentrirten Schwefelsäure auflöslich ist, — *d*) etwas in Kali und Alkohol unauflösliches Harz, — *e*) ein wenig Odorin, — *f*) eine Spur von der eigenthümlich riechenden Basis des mit Salpetersäure behandelten Guajaköls.

Die mit kohlensaurem Kalke von den Basen befreite wässrige Flüssigkeit enthält ein Kalksalz, das nicht krySTALLISIRT, in Alkohol löslich ist und, durch Kleesäure zerfetzt, ein unkrySTALLISIRbares Extract giebt. Diefes Extract vereinigt sich mit Metalloxyden zu Verbindungen, von denen nur die mit Blei und Silber unlöslich sind. Das Kalksalz ist, getrocknet, weiß und brüchig, leicht in Wasser löslich und zwar mit brauner Farbe, und bildet, mit Salpeter geglüht, viel schwefelsaures Kali. Der dem Extractivstoff ähnliche Körper ist also eine Verbindung der Schwefelsäure mit ei-

nem organischen Stoffe. Mit dem Eisenoxyde bildet dieser eine dunkelblaue Verbindung, die sich nach und nach an der Luft entfärbt. Mit der Hausenblase giebt er eine in Wasser lösliche Verbindung, die aber bei überschüssiger Hausenblase zum Theil, und zwar in Gestalt eines Harzes, herausfällt; letzteres ist schwarz und brüchig. Durch das Verhalten zum Leime und zum Eisenoxyde nähert sich dieser Körper dem Gerbestoffe. Mit Schwefelsäure gemischt und gelinde abgedampft, bildet er, wenn die Mischung dick geworden, einen rothen Farbestoff. Dieser Farbestoff giebt mit Metalloxyden in Wasser lösliche, braune Verbindungen, die nach dem Abdampfen schön roth aussehen; eben so giebt er mit dem Leime eine röthliche, in Wasser unauflösliche Verbindung. Mit Kalilauge gekocht, zersetzt er sich und bildet einen braunen extractivstoffartigen Körper, der den Leim nicht fällt und mit Erd- und Metallsalzen braune Niederschläge giebt. Dieser farbestoffartige Körper, in Wasser gelöst und der Luft ausgesetzt, verwandelt sich in einen brunnröthlichen Körper, der in angesäuertem Wasser nicht löslich ist, wohl aber in reinem Wasser, und der beim Abdampfen seine Farbe nicht ändert und mit dem Eisen eine grüne, im Wasser lösliche Verbindung giebt.

III. *Die ätherischen Oele der Pflanzen.* Durch die Luft werden diese Oele bekanntlich gelb und dick. Hierbei bilden sich bei denen, die ich untersuchte, folgende Stoffe: a) ein schwersflüchtiges Oel von geringem Geruche, — b) ein in Kali lösliches Harz, — c) ein in Kali unlösliches Harz, — d) eine in Wasser nicht lösliche ölartige Säure, die einen süßen stechenden, eigenthümlichen Geruch besitzt, leichter als

Wasser ist, und sich nicht so schnell in der kalischen Auflösung zersetzt, als die Brandsäure. Leitet man die Oele durch eine glühende Röhre, so bilden sich dieselben Producte, nur in grösserer Menge. Vitriolöl wirkt auf die verschiedenen Oele verschiedenartig, wie man aus dem Nachstehenden ersehen wird.

A. *Fenchelöl*. Diefes wird durch englische Schwefelsäure leicht und vollständig aufgelöst und bildet a) ein widerlich, nach Campher riechendes, leichtflüchtiges Oel; — b) ein nach Erdbeeren riechendes Oel, das überhaupt sehr häufig bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf ätherische Oele gebildet wird; — c) eine geringe Menge einer flüchtigen Säure, — d) einen grünlichen Körper, der in etwas concentrirter Schwefelsäure nicht löslich ist, und harzartig ausgeschieden wird.

Dieser Körper wird mit grünlicher Farbe von reinem Wasser aufgelöst und giebt mit den Metalloxyden meist lösliche Verbindungen. Die mit Kalk ist gelbbraun firnissartig, in Wasser leicht löslich und besitzt einen herben zusammenziehenden, hinterher ekelhaften Geschmack. Mit Ammoniak verhält er sich wie mit Kalk. Mit Eisenoxyd giebt er eine weisse unlösliche Verbindung, die bei der Siedhitze des Wassers schmilzt, gelblich und durchsichtig wird. Mit den übrigen Metallen sind die Verbindungen auflöslich. Endlich giebt dieser Körper mit dem Leime eine harzige Verbindung, die nicht schwerlöslich in Wasser ist.

Läfst man die Lösung des Fenchelöls in Schwefelsäure in einem flachen Gefäße stehen, so scheidet sich ein talkartiger Körper ab, der das Hydrat eines Harzes ist, welches sich in Kali nicht, in Alkohol

schwer, und in Aether und Oelen leicht auflöst. Durch Erhitzen verliert es sein Wasser und wird durchsichtig und harzig; sobald es aber mit Wasser gekocht wird, verliert es seinen Zusammenhang und wird undurchsichtig und talkartig. Dieses Harz giebt bei der Destillation ein ätherisches Oel, das dem Fenchelöle sehr ähnlich riecht.

*Rosmarinöl* giebt, auf gleiche Weise behandelt, ähnliche Körper, doch eine grössere Menge von der ölartigen Säure, keinen Gerbestoff, sondern statt dessen ein leichtschmelzbares Harz, das nur in erhitzter englischer Schwefelsäure löslich ist. Gerbestoff wird nur beim Sieden des Vitriolöls mit dem Rosmarinöle gebildet.

*B. Terpentinöl.* An der Luft wird es nach einigen Wochen dick und enthält nun *a)* viel von einem in Kali auflöslichen bräunlichen Harze, — *b)* viel von einem in Kali nicht, wohl aber in Alkohol auflöslichen Halbharze, — *c)* ein wenig von der eigenthümlichen ätherischen Oelsäure.

Das Terpentinöl löst sich leicht und unter Erwärmung in englischer Schwefelsäure auf, bis auf eine geringe Menge, die ungelöst bleibt. Wenn die Erhitzung so viel wie möglich vermieden wird, bildet sich *a)* eine Menge eines nach Erdbeeren riechenden Oels, — *b)* eine Spur von flüchtiger Säure, — *c)* eine große Menge eines harzartigen Körpers, der bei gewöhnlicher Temperatur die Consistenz eines steifen Vogelleims hat, bei der Siedhitze des Wassers aber leichtflüssig ist, eine hellbraune Farbe besitzt, sich nicht in Kali und Alkohol löst, doch leicht in Aether, und sich nur äußerst schwer von einem ihm anhän-

genden ätherischen Oele und von dem nachfolgenden extractivstoffartigen Körper befreien läßt. Dies gelingt durch wiederholtes Abdampfen mit Wasser oder durch gelindes Schmelzen, wobei das ätherische Oel verjagt wird, und nachheriges Ausziehen mit Alkohol, welcher den extractivstoffartigen Körper auflöst, — d) eine große Menge des oben genannten extractivstoffartigen Körpers, der durch geringe Mengen von freier Säure oder freiem Alkali aus seiner Lösung in Wasser theerartig gefällt wird. Dieser giebt mit dem Thierleime eine harzige, in Wasser unlösliche Verbindung, ferner mit Baryt, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Kupferoxyd, Silberoxyd harzartige bläsgelbe Verbindungen, die sehr wenig in Alkohol, aber leicht in Aether auflöslich sind und für sich in der Siedhitze des Wassers durchsichtig werden; — endlich e) eine Spur eines in Kali löslichen Harzes.

Wenn man hingegen die Lösung des Terpentins in Schwefelsäure erhitzt, bis sie die schöne rothbraune Farbe verliert, so hat sich die ganze Masse in Gerbestoff umgewandelt, dem noch eine große Menge eines stark nach Erdbeeren riechenden Oels beigemengt ist. Wenn man die braune Flüssigkeit mit Wasser mischt und das Oel abdestillirt, so scheidet sich aus der braungrünen Lösung ein schwarzer harzartiger Körper aus, der die eine Art des gebildeten Gerbestoffs ist. Versetzt man nun die übrige saure Flüssigkeit mit Kupfervitriolauflösung, so wird der Rest des harzartigen Gerbestoffs in Verbindung mit Kupferoxyd herausgefällt.

Dieser harzartige Gerbestoff ist sehr leicht und mit brauner Farbe in reinem Wasser auflöslich. Er giebt

mit den Alkalien hellgefärbte, leichtlösliche, nicht krySTALLISIRBARE, hingegen mit den Erden und Metall-oxyden unlösliche, zum Theil harzartige, Verbindungen. Mit der thierischen Gallerte giebt er eine harzartige, im siedenden Wasser ganz unlösliche, schwarze Verbindung, die im feuchten Zustande etwas zähe, wie Kleber, aber nach dem Trocknen hart und brüchig ist.

Der andere Gerbestoff ist ebenfalls leicht in Wasser löslich, sogar in stark saurem, und giebt keine harzartigen Verbindungen.

Es könnten hienach die ätherischen Oele in zwei Klassen getheilt werden, je nachdem sie, bei Behandlung mit englischer Schwefelsäure in der Kälte, entweder Gerbestoff oder harzartige Körper geben. Ueberdies geben die durch trockne Destillation aus organischen Körpern gebildeten Oele, bei der Oxydation an der Luft, Brandsäuren, die nach der Natur der Körper, aus denen diese Oele erhalten werden, verschieden sind. Die ätherischen Oele, welche durch Destillation mit Wasser aus Pflanzenstoffen abgeschieden werden; verhalten sich anders.

Die Salpetersäure wirkt auf die ätherischen Oele, die ich mit derselben behandelte, wie auf das Guajaköl und erzeugt etwas Odorin.

Holz, Gummi, äpfelsaure Salze, essigsaures Kali, weinsteinlaure Salze, Harze u. s. w. geben bei der trocknen Destillation sämmtlich zwei Arten von ätherischen Oelen, mehrere Harze, Brandsäuren, die oft verschiedenartig sind, extractivstoffartige Körper und eine sehr geringe Menge von Odorin oder von der obigen Tabaksbase.

*Berichtigung.* Spätere Versuche haben den Verfasser gelehrt, daß es nur ein Gehalt von Bleioxyd war, der die Zinnasche des Odorin austreiben liefs (S. 255 dief. Bandes).

## VIII.

*Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege;*

vom

Hrn. Prof. FISCHER in Breslau.

(Zweite Fortsetzung des in dies. Ann. Bd. IV. S. 291 Mitgetheilten.  
Die erste Fortsetzung findet sich im Bd. VI. S. 43 dies. Ann.)

## I. Silberfalte.

5. *Kohlenfaures Silber.* Unter Wasser mit den Metallen in Berührung gesetzt, wird das Silber von eben den Metallen nur langsamer reducirt, von denen das schwefelsaure Silber reducirt wird, auch bleibt das kohlenfaure Silber bei denjenigen Metallen unverändert, welche auf das schwefelsaure Salz nicht einwirken. Wismuth jedoch reducirt dieses Salz.

Ein ähnliches Verhalten zeigt phosphorsaures Silber, ein sehr verschiedenes hingegen

6. *chromsaures Silber.* Dieses Salz, welches im reinen Zustande vollkommen unauflöslich in Wasser ist, erleidet, wenn es unter Wasser mit den Metallen in Berührung gesetzt wird, unmittelbar keine Veränderung; nach längerer Zeit hingegen, und namentlich wenn die Metalle sich auf Kosten des Wassers oder der Luft zu oxydiren anfangen, wird es zerlegt. Durch Blei, Zinn und Eisen wird dann ein braunes schlammiges und bei den ersten Metallen etwas metallisch glänzendes, durch Zink ein schwarzbraunes dendritisches und durch Arsenik ein mehr grünes Pulver aus-



geschieden. Kadmium allein stellt das reine Silber dar. Kupfer und Quecksilber zeigen naß nach mehreren Wochen eine Einwirkung, die aber einzig und allein darin besteht, daß die Flüssigkeit, das Wasser, eine gelbe Farbe annimmt — was auch in allen Fällen Statt findet, in welchen eine Zersetzung bewirkt worden ist — ohne daß jedoch durch diese beiden Metalle ein Niederschlag bewirkt wird. Spiesglanz und Wismuth sind ohne Wirkung. Die angegebene verschiedene Beschaffenheit des ausgeschiedenen Pulvers beruht offenbar darauf, daß von den verschiedenen Metallen außer dem Silberoxyde mehr oder weniger vollständig auch die Chromsäure reducirt worden ist, das ausgeschiedene Pulver beim Blei und Zinn enthält demnach neben dem Silber auch braunes Chromoxyd, das durch Arsenik dargestellte neben dem Silber grünes Chromoxydul. Hingegen Zink reducirt auch die Chromsäure vollständig und das Ausgeschiedene ist ein Gemenge von Silber und Chrom. Bei einigen enthält auch der Niederschlag die Verbindung der Chromsäure mit dem Oxyd des reducirenden Metalls, was bei Einwirkung des Bleies und wohl auch des Eisens der Fall zu seyn scheint. Merkwürdig ist die Beschaffenheit der Flüssigkeit, des Wassers, unter welchem eine solche Einwirkung Statt gefunden hat, dieses ist nämlich, wie angegeben, gelb gefärbt und reagirt selbst bei Einwirkung des Kupfers und des Quecksilbers deutlich als Chromsäure haltig auf essigsaures Blei ein, aber niemals zeigt sie Spuren von dem reducirenden Metalle aufgelöst und wirkt daher weder auf Schwefelwasserstoff, noch bei der Reduction durch Eisen und Kupfer auf blausaures Eisenkali.

Im Ammoniak aufgelöst, bringt Zinn, Eisen, Quecksilber keine Veränderung hervor. Zink und Kadmium wirken so, wie auf das Salz selbst, nur schneller, durch das erstere wird daher das dendritische dunkle Pulver, Silber und Chrom und durch das zweite regulinisches Silber ausgeschieden. Kupfer wirkt schnell ein und fällt ein graues Pulver, wohl ebenfalls Silber mit Chromoxyd. Blei reducirt anfangs bloß Silber, dann aber scheidet es ein schwarzes dendritisches Pulver ab, und da die Auflösung zugleich entfärbt, wird ohne daß chromsaures Blei gebildet wird, so zeigt dies an, daß zugleich die Chromsäure reducirt wird. Wenn das Bleistückchen so in die Flüssigkeit gestellt wird, daß ein Theil daraus hervorragt, so legt sich anfangs an diesem Theile gebildetes chromsaures Blei an.

Auch hier findet man in allen den Fällen, in welchen eine Zersetzung Statt gefunden und wobei nach kürzerer oder längerer Zeit alles Silber vollständig ausgeschieden ist, keine Spur von dem reducirenden Metalle aufgelöst, es sey denn, daß die Flüssigkeit viel freies Ammoniak enthält und das reducirende Metall im Zustande des Oxyds im Ammoniak auflöslich ist.

Die Ergebnisse über die Reduction der Silbersalze durch die verschiedenen Metalle sind folgende:

1. Quecksilber reducirt nur die auflöslichen Salze vollständig, auf die unauflöslichen wirkt es nur sehr schwach ein, und auf die ammoniakalischen Doppelsalze gar nicht.
2. Kupfer reducirt wohl alle Salze, besonders leicht beim Zusatz von Ammoniak. Das chromsaure

Silber hingegen an sich nicht, sondern nur beim Zusatz von Ammoniak:

5. Wismuth reducirt außer dem salpetersauren und kohlen-sauren Silber kein anderes Salz, und auch bei diesen hört die Wirkung beim Zusatz von Ammoniak auf.

4. Spießglanz verhält sich ziemlich wie Wismuth.

5. Blei reducirt alle Silbersalze, auch das Silberammoniak und die ammoniakalischen Silbersalze, nur ist bei diesen die Wirkung nicht so rasch, wie bei den einfachen Salzen.

6. Zinn reducirt das Silber aus allen Salzen, aus dem Hornsilber ausgenommen, auf welches es nur sehr langsam und nicht vollständig einwirkt, auf die ammoniakalische Auflösung des Silberoxyds wirkt es gar nicht ein, und von den mit Ammoniak versetzten Silbersalzen reducirt es nur das salpetersaure und in geringer Menge das Hornsilber.

7. Eisen reducirt alle Salze, das salpetersaure Silber ausgenommen, beim Vermischen mit Ammoniak hingegen ist es ohne alle Wirkung und eben so auf das Ammoniaksilber.

8. Zink reducirt ohne Ausnahme alle angeführte Verbindungen \*).

\*) Es ist daher ein Druckfehler, welchen ich gefälligst zu berichtigen bitte, wenn es in der ersten Fortsetzung dieses Aufsatzes, s. dies. Ann. J. 1826. St. 1. S. 47. Z. 15 v. o. bei der Auflösung des schwefel. Silbers im Ammoniak heisst: und Zink und Wismuth — ist ohne Wirkung, es muß Zinn heißen.

9. Kadmium verhält sich wie Zink \*).
10. Das chromsaure Silber zeigt in sofern ein verschiedenes Verhalten zu den Metallen, als die andern Salze, weil neben dem Silberoxyd auch die Chromsäure durch mehrere Metalle eine Reduction erleidet, wodurch mit dem Silber auch die in verschiedenem Grade desoxydirte Chromsäure aus der Flüssigkeit niederfällt. Ein Verhalten, welches wohl immer eintreten wird, wenn die Metallsalze aus einer solchen Metallsäure gebildet sind, welche von dem reducirenden Metall eine Desoxydation erleiden können. In der That zeigt auch arsenig- und arseniksaures Silber eine ähnliche Wirkung, wie das chromsaure bei der Reduction durch Eisen und Zink.

## II. Kupfersalze.

Bei diesem Metalle ist zwar der Unterschied nicht sehr bedeutend, welcher in der Wirkung der mehr positiv elektrischen Metalle auf die verschiedenen Salze Statt findet, ist aber dennoch sehr wesentlich, wie aus Folgendem hervorgeht:

1. *Salpeterfaures Kupfer* wird reducirt durch Zink, Blei, Zinn und Kadmium, und zwar nach dieser Ordnung in Hinsicht der Schnelligkeit, mit welcher alles Kupfer ausgeschieden wird. Eisen wirkt auf die vollkommen neutrale Auflösung unmittelbar

\*) Mit Nickel und Kobalt, welche dem elektrischen Verhalten gemäß ebenfalls das Silber reduciren müssen, habe ich, wie bereits früher angegeben, weil ich sie nicht im reinen Zustande besitze, keine Versuche anstellen können.

nicht ein, sondern erst nach langem Stehen beim Zutritt der Luft überzieht es sich mit metallischem Kupfer, aber die vollkommne Ausscheidung alles Kupfers geht sehr langsam von Statten. Bei dem gewöhnlichen nicht vollkommenen neutralen Salze erfolgt das Ueberziehen mit Kupfer schnell. Arsenik wirkt schwach und nur im Anfange ein, Wismuth und Spießglanz sind ohne Wirkung. Das reducirte Kupfer erscheint nur dann mit vollkommenem Glanze und seiner eigenthümlichen Farbe, wenn es durch Blei oder Eisen dargestellt wird. Beim Zink erfolgt, wie bekannt, eine Verbindung des reducirten Kupfers mit Zink zu einer Art Messing, welche sich als schwarzes Pulver darstellt, eine ähnliche Wirkung zeigt Kadmium, und beim Zinn fällt von Anfang an mit dem reducirten Metall auch das gebildete Zinnoxid nieder. Noch ist zu bemerken, daß die blaue Farbe der Kupferauflösung bei Einwirkung der weissen und mit der Salpetersäure farblose Salze bildenden Metalle nach Verhältniß des ausgeschiedenen Kupfers in die grüne übergeht, ausgenommen beim Zinn, bei welchem sie, so lange noch Kupfer aufgelöst ist, immer blau bleibt, nur natürlich immer blässer wird.

Im Ammoniak aufgelöst, wird es am schnellsten von Zink und Kadmium und zwar im vollkommenen metallischen Zustande ausgeschieden. Zinn und Arsenik bewirkt zwar eine Zersetzung, aber keine Reduction. Bei dem erstern fällt ein grünlich weisses körniges Pulver —, wahrscheinlich eine Verbindung des basischen Kupfersalzes mit Zinnoxid — bei dem zweiten Scheelsches Grün nieder. Wismuth, Spießglanz, Blei und Eisen sind ohne Wirkung.

2. *Schwefelsaures Kupfer.* Dieses verhält sich ziemlich wie das salpetersaure, nur mit dem Unterschiede, daß es vom Eisen schnell zersetzt wird; wobei sich anfangs das Eisen mit reinem metallischen Kupfer überzieht, später aber ein dunkelbraunes Pulver abscheidet, eine Verbindung des Kupfers mit basischem schwefelsauren Eisenoxyd. Arsenik wirkt gar nicht ein und Blei nur sehr schwach.

Das mit Ammoniak ver setzte unterscheidet sich von der salpetersauren Verbindung; daß es vom Arsenik vollkommen zersetzt wird, indem sich Scheel'sches Grün bildet, daß Kadmium nur eine sehr unbedeutende Reduction; und zwar nur im Anfange, hervorbringt, daß Zinn ohne Wirkung ist und Blei nur langsam und wenig Kupfer reducirt.

3. *Salzsaures Kupfer.* Dieses Salz, das einzige von allen, wird vollkommen von Wismuth zersetzt, ohne daß jedoch die geringste Menge Kupfer reducirt wird. Vielmehr wirkt dieses Metall in der Art ein, daß es sich mit einem Theile Salzsäure und Sauerstoff oder mit einem Theile Chlor verbindet, wodurch das Kupfersalz (Doppelchlorkupfer) in salzsaures Kupferoxydul oder einfaches Chlorkupfer verwandelt wird, welches aus der Auflösung niedersinkt zugleich mit der gebildeten Wismuthverbindung. Daher färbt sich bei dieser Einwirkung die Kupferauflösung anfangs dunkelgrün, dann braun, wobei ein weißes Pulver niedersinkt, welches beim Verdünnen mit Wasser bedeutend vermehrt wird. Aehnlich wirkt Blei und, jedoch weit schwächer, Spießglanz und Arsenik, ja metallisches Kupfer selbst bringt in sofern eine ähnliche Wirkung hervor, als es, bei hinreichend langer Ein-

wirkung auf diese Auflösung, alles Kupferoxyd in basisches Salz verwandelt und daher aus der Flüssigkeit niederschlägt. Auch bei den übrigen Metallen, welche das Kupfer aus diesem Salze vollständig reduciren, erfolgt ebenfalls nach einiger Zeit die Bildung des sauren Kupferoxyduls, wie namentlich bei Kadmium, Zinn und selbst beim Eisen. Will man daher alles Kupfer metallisch ausscheiden, so muß man von Zeit zu Zeit die Auflösung mit Wasser verdünnen.

Mit Ammoniak vermischt, verhält es sich in der Art, daß es vom Kadmium vollständig reducirt wird, eine geringe Menge fällt als basisches Kupfersalz nieder, daß das Eisen nur einen Theil Kupfer reducirt, daß vom Blei eine geringe Menge reducirt wird, vom Zinn hingegen gar keine Wirkung Statt findet, und eben so von Wismuth und Spießglanz.

4. *Kupferammoniak*. Diese Auflösung wird vom Eisen, obgleich nicht so vollkommen wie vom Zink, reducirt, wobei das Kupfer vollkommen metallisch sich darstellt. Kadmium, Arsenik und Zinn zersetzen zwar diese Verbindung, reduciren aber wenig, auch findet man nach langer Einwirkung noch Kupfer aufgelöst. Blei zeigt kaum Spuren von Reduction, ob es gleich sehr angegriffen, oxydirt, wird. Wismuth und Spießglanz sind ohne alle Wirkung.

Das Ergebniss über die Reduction der Kupfersalze durch die mehr positiv elektrischen Metalle ist demnach folgendes.

1. Zink ist das einzige Metall, welches alle angeführten Verbindungen des Kupferoxyds sowohl mit Säuren als mit Ammoniak, als mit beiden zugleich vollständig reducirt.

- 2) Kadmium reducirt ebenfalls alle 3 Salze und das salpetersaure und salzsaure Kupferammoniak, auf das schwefelsaure Kupferammoniak und das reine Kupferammoniak wirkt es nur unbedeutend ein.
- 3) Eisen reducirt die 3 Kupfersalze, das salpetersaure erst nach einiger Zeit vollkommen, das Kupferammoniak hingegen und das salzsaure Kupferammoniak nur zum Theil, auf salpetersaures und schwefelsaures Kupferammoniak ist es ohne Wirkung.
- 4) Zinn reducirt die 3 Salze und zersetzt, ohne jedoch zu reduciren, das salpetersaure und salzsaure Kupferammoniak; auf einfaches und schwefelsaures Kupferammoniak ist es ohne Wirkung.
- 5) Blei reducirt schnell und vollständig salpetersaures Kupfer, nur zum Theil schwefelsaures, und zersetzt, ohne Reduction, das salzsaure, wobei das gebildete Hornblei mit einfachem Chlorkupfer oder basischem Kupfersalz niederfällt, auf Kupferammoniak und die Verbindungen von schwefelsaurem und salzsaurem Kupfer mit Ammoniak wirkt es nur im Anfange ein und überzieht sich mit Kupfer, auf salpetersaures Kupferammoniak hat es gar keine Wirkung. Man kann jedoch leicht getauft werden, indem am Blei sich ein blauer krySTALLINISCHER Körper anlagert, welcher jedoch nichts anderes, als eben salpetersaures Kupferammoniak ist. Das Blei hat nämlich die Eigenschaft, dass aufgelöste Salze leicht darauf krySTALLISIREN, was, wie ich glaube, auch schon von Andern wahrgenommen worden ist.

6. Arsenik reducirt das Kupfer aus keiner Verbin-



- ... dung. Ueberhaupt wirkt es auf die Kupferfalze nicht ein, sehr unbedeutend auf salpetersaures. Beim Kupferammoniak und den ammoniakalischen Kupferfalzen besteht die Wirkung in der Ausscheidung des Kupfers als schwefelhaftes Grün.
7. Wismuth zeigt keine Wirkung, ausgenommen daß es das salzsaure Kupfer ziemlich schnell zersetzt und Chlörwismuth mit Chlorkupfer niederschlägt ohne eine Spur von Reduction.
8. Eben so verhält sich Spießglanz.

### III. Wismuthsalze.

Bei der Wirkung der Metalle auf diese Salze findet kaum ein Unterschied bei den verschiedenen Säuren Statt. Die Versuche sind daher bloß mit salpetersaurem und salzsaurem Wismuthoxyd, beide durch überschüssige Säure aufgelöst, angestellt worden. Die Ergebnisse waren:

Das Wismuth wird aus beiden Salzen schnell und vollständig reducirt durch Zink, Kadmium, Zinn und Eisen; dabei erfolgt nach einiger Zeit, wenn nämlich die freie Säure durch das reducirende Metall gesättigt ist, die Ausscheidung des neutralen Wismuthsalzes, welches jedoch in der Folge ebenfalls, obgleich sehr langsam, reducirt wird, schneller wenn von Neuem Säure zugesetzt wird. Das reducirte Metall erscheint immer als ein graues oder schwarzes dendritisches Pulver ohne allen Metallglanz, ausgenommen im Anfange beim Eisen. Bei Einwirkung des Zinns und des Eisens geht die Reduction sehr ruhig und ohne Luftentwicklung von Statten. Beim Zink und Kadmium hingegen ist die Einwirkung sehr hef-

tig mit vieler Luftentwicklung und bedeutender Erwärmung verbunden. *Blei* bewirkt zwar im Anfange ebenfalls Reduction, aber sie hört bald auf. *Kupfer* ist auf die *Wismuthsalze ohne Wirkung*, nur wird es von der freien Säure der Auflösung angegriffen, aufgelöst und von dem nach Sättigung der freien Säure *niederfallenden neutralen Wismuthsalze* mit einem grauweißen krySTALLINISCHEN Pulver überzogen. Man kann daher leicht getäuscht werden und eine Reduction wahrzunehmen glauben, wie auch in der That die Angabe in allen Lehrbüchern lautet \*). *Spieß-*

\*) Es könnte auffallen, daß dieser Irrthum, wahrscheinlich von Bergmanns Stellung der beiden Metalle in seiner Verwandtschaftstabelle herrührend, in allen Lehrbüchern und selbst in das neueste von Berzelius aufgenommen worden ist, da doch das Kupfer mehr negativ elektrisch als das Wismuth, und es doch allgemeines Gesetz bei der Reduction der Metalle ist, daß das reducirende mehr positiv als das aufgelöste seyn muß. Es verliert jedoch alles Auffallende, wenn man bedenkt, daß die elektrische Stellung bei manchen Metallen noch nicht sicher ausgemittelt worden ist, ja daß sogar die Ergebnisse, welche hierüber das Elektrometer darstellt, nicht selten denen widersprechen, welche durch das Froschpräparat erhalten worden sind, und daß besonders bei Einwirkung auf flüssige Metallsalze leicht Umstände eintreten können, wodurch Wirkungen hervorgebracht werden, welche der elektrischen Stellung des aufgelösten zu dem in die Auflösung gestellten festen Metalle entgegengesetzt sind; wie ich im Verfolge dieser Untersuchung durch mehrere Beispiele zeigen werde, und die selbst in den bisherigen Angaben vorkommen.

In Hinsicht des Verhaltens vom Kupfer zu den Wismuthsalzen verdient noch erwähnt zu werden, daß Pott in seinem 1759 erschienenen *Observ. chymic.* in der Abhandlung *de Wir-*

*glanz* ist ebenfalls ohne Wirkung, die angegebne des Kupfers ausgenommen, und Arsenik bringt nicht die geringste Veränderung hervor.

#### IV. Reduction des Spießglanzes.

Diese Versuche sind einzig und allein mit der Spießglanzbutter angestellt worden, welche jedoch, da sie in reinem gesättigten Zustande kaum zersetzt werden kann, mittelst Salzsaure verdünnt worden ist.

Die Ergebnisse waren ganz gleich denen der Wismuthauflösung, d. h. das Spießglanz wurde ebenfalls durch *Zink*, *Kadmium*, *Zinn* und *Eisen* reducirt und zwar auch in Gestalt eines schwarzen dendritischen Pulvers, und eben so findet auch hier, nachdem das reducirende Metall eine Zeit lang eingewirkt hat, die Ausscheidung eines weißen Pulvers, basisches Salz, (Algaroth-Pulver) Statt, aus welchem, durch längere Einwirkung, alles Metall regulinisch dargestellt wird. *Blei*, *Kupfer* und *Arsenik* zeigen dasselbe Verhalten wie zum Wismuthsalze. *Wismuth* verhält sich wie das *Blei*, d. h. es reducirt anfangs etwas Spießglanz.

*mutho p. 160* das Kupfer zu den Körpern zählt, welche das Wismuthsalz nicht präcipitiren.

## IX.

*Mineralogische Untersuchung des russischen  
Platinsandes;*

von

AUGUST BREITHAUPT.

Durch einen Russen, Herrn Schwetzwow, kam die hiesige Bergakademie in den Besitz einer Partie *Platin-Sandes*, ausgewaschen aus dem Sande von *Nijnogaitsk* im Gouvernement *Perme*, namentlich an den Stellen gefunden, wo der Sand besonders eisenhaltig ist. Da, wo dieser reiner und quarziger ist, wird hauptsächlich das gediegene Gold gefunden, und zwar von einer Reinheit, als ich kein schöneres Wafchgold noch gesehen habe.

Der Platin-Sand kam mir schon nach einem flüchtigen Blicke als aus verschiedenartigen Körnern bestehend vor. Ich sonderte nun alles für's Auge Ungleiche und erkannte folgende Mineralien: 1) *Platin*, 2) *Gold*, 3) *Iridosmin* (Osmium-Iridium), 4) *silberweiße platte Körner*, 5) *Iferin* oder *magnetischen Eisenfand*.

Allen diesen Körnern sieht man es an, daß sie gar nicht, oder nicht weit fortgerollt seyn können, und also wohl ziemlich nahe an dem Orte ihrer Erzeugung gefunden werden. Ja manche Körner sind sehr scharfkantig und zackig oder mit Spitz en besetzt.

I. *Platin-Körner*. Ich hatte diese von den so kleinen Iferin-Körnern durch den Magnet zu trennen gesucht und dabei zu meinem Erstaunen wahrge-

kommen, daß sich nicht allein die Iserin-, sondern auch viele Platin-Körner anhängen. Um bei diesen den manchmal sehr schwachen Magnetismus zu erproben, legte ich die Körner auf eine etwas geneigte polirte Stahlplatte und sortirte nun mit dem Magnetstahle auch diejenigen Körner, welche schwachern Magnetismus hatten. Als auf diese mühsame Weise jedes Korn einzeln geprüft war, gab sich wieder eine interessante Erscheinung zu erkennen, nämlich *Kry- stalle des Platins*, welche sowohl dem eigenthümlichen, als dem magnetischen zukommen, und bis jetzt meines Wissens noch nie beobachtet wurden \*). Auch ergab sich nach äußeren Kennzeichen solche Verschiedenheit des Platins, daß ich wenigstens vorläufig zwei Spezies desselben annehmen darf.

Erste Spezies: *Platin*. Es ist ganz identisch mit dem von Herrn von Humboldt aus Amerika gebrachten, besitzt

die eigenthümlich lichte graue Farbe, die ich *platingrau* nenne, da sie wesentlich von dem Stahlgrauen abweicht. An concaven Stellen bemerkt man gewöhnlich einen gelblichen Beschlag.

\*) Hr. G. W. Sowerby fand indeß schon unter einem (wahrscheinlich amerikanischen) Platinerze, kleine Körner von blättriger Structur und einer deutlichen Theilbarkeit, von denen eins die Winkel eines Octaëders zeigte. Muthmaßlich war dies ein reguläres Octaëder, doch ist nichts Bestimmtes darüber gesagt. (Annals of Philosophy T. XVI. p. 233). Ferner erhielt Hr. Prof. Freysmuth in Prag, als derselbe eine Platinlösung durch metallisches Eisen fällte, den Niederschlag, da er viel Eisen enthielt, wieder in Königswasser löste, die Flüssigkeit verdampfte und den Rückstand heftig glühte, als Product außer Eisenoxyd, kleine Gruppen von oft ein Viertel Zoll langen dünnen vierseitigen, prismatischen Kry stallen von metallischem Platin. Ob späterhin die Kry stallen eigends untersucht und ihre Form genau bestimmt worden, ist mir indeß nicht bekannt. Die gegenwärtige Notiz findet sich im N. Journ. d. Pharmacie von Trommsdorff, Bd. 2. St. 2. S. 431. (P.)

Die Körner sind eckig und zackig, seltner stumpf-kantig, und (wenn dieser Ausdruck hier erlaubt ist) ohne Politur, die Krystalle sind Hexaëder, gewöhnlich auf die Art gruppiert, wie beim Silberglanze. An einigen 20 ausgelesenen KrySTALLen konnte ich keine anderen Flächen bemerken, als die hexaëdrischen, diese aber immer spiegelnd. Die Hexaëder fizesen fast stets an jenen Körnern. Die Härte ist = 7 bis 8. Es ist vollkommen geschmeidig.

Das specifische Gewicht fand ich wie folgt, und wobei ich des bessern Vergleichs wegen auch die Gewichte einiger amerikanischen Stücke beifüge.

- 16,914 ein großes-amerikanisches Stück aus dem Werner-schen Museum,
- 17,001 ein dergl., daher.
- 17,108 Zehn kleine Körner
- 17,119 die krySTALLirten Partteen } bräunlich.
- 17,608 die zwei größten Körner. }

Es ist übrigens bekannt genug, daß das natürliche Platin stets geringeres Gewicht hat, als das künstlich dargestellte, chemisch reine.

Zweite Spezies: *Eisenplatin*. Die Farbe ist platingrau, jedoch nur um etwas dunkler, als bei der vorigen Spezies. In den Vertiefungen der Gestalten fast stets dunkelbraun bis schwarz angelauten, wie das Meteor-Eisen.

Körner und Krystalle ganz von der Beschaffenheit der vorigen Spezies. Härte 8 bis 8,5. Geschmeidig, doch bei fortgesetztem Hämmern bald zerberstend.

- Specifisches Gewicht = 14,666 einundzwanzig kleine Körner,
- 14,831 drei größere,
- 15,790, das größte.

Schwach bis stark magnetisch, und zwar nicht allein retractorisch, sondern auch in einigen Körnern selbst attractorisch.

Besonders wegen des geringern Grades der Geschmeidigkeit und des Gewichts halte ich diese Spezies für eine besondere. Herr B.C. Rath Lampadius hat übrigens schon ziemlich viel Eisen aus einer Partie, welche noch der chemischen Zerletzung unterworfen ist, ausgezogen.

II. *Gold*. Nur sehr wenige Körner davon fand ich in dem Platin-Sand und davon theils wirklich goldgelbes, theils graugelbes, welches zu dünnen Blättchen geschlagen dieselbe graugelbe Farbe beibehält. Es fragt sich daher, ob nicht etwa Werner's graugelbes Gold eine eigne mit Platin gemischte Spezies ausmache? Ich habe davon nur 3 kleine Körner aufgefunden, zu wenig, um damit etwas unternehmen zu können.

III. *Iridosmin*. Von dieser Spezies, welche eine Mischung aus Iridium und Osmium ist, bestehen sehr abweichende Charakteristiken, deshalb die folgende nicht überflüssig seyn möchte.

Die Farbe ist keine stahlgraue, wie man gewöhnlich angiebt, sondern ein Mittel zwischen weißlich und gemein bleigrau.

Die Kry stallform — ich sah sie nur an zwei Individuen. — das *hexagonale Prisma*, doch nur niedrig, tafelförmig. In der basischen Richtung deutlich blättrig. Daher mögen auch die meisten Körner das ihnen fast immer eigne *plattenförmige* Ansehen haben. Nur wenige sah ich eckig und zackig. Die Spaltungsrichtung ist jedoch nicht leicht zu erhalten, was von der Zähigkeit herrührt, welche dem Mineral, wenn schon in geringem Grade, zukommt.

Die Härte ist 8 bis 8,75. Die Dehnbarkeit gering.

Zwar läßt es sich etwas hämmern und nimmt Ein-  
drücke an, aber eigentlich reckbar ist es nicht. Es  
zerberstet bald bei fortgesetztem Hämmern.

Das specifische Gewicht fand ich 17,969

von wenigen Körnern, die Eigenthum der hiesigen  
Bergakademie sind.

18,571 einer ausgezeichneten Partie Körner, mitgetheilt  
vom Herrn Geh. Kabinetstath Heyer zu Dresden.

Es wäre sehr interessant, wenn man nun auf  
Neue Irid und Osmin darzustellen suchte. Jenes wür-  
de wahrscheinlich ein noch höheres specifisches Ge-  
wicht geben, als das Platin, und dürfte eine tellurale  
KrySTALLISATION annehmen. Das Osmin hingegen scheint  
ganz in die Reihe der elektronegativen Metalle zu ge-  
hören, welche hexagonale KrySTALLISATION besitzen, wie  
Arsenik, Tellur und Antimon. Ja das Iridosmin ist  
wohl in mehr als einer Beziehung eine z. B. dem Sil-  
berantimon ähnliche Verbindung.

IV. *Silberweiße platte Körner.* Davon habe ich  
nur drei aufgefunden, die dem gediegenen Silber ähn-  
lich sahen. Die specifische Gewichtsbestimmung, ob-  
wohl sie nur ein ungefähres Resultat gab, nämlich  
ein Gewicht von 12 bis 13, zeigte jedoch, daß es kein  
Silber seyn könne. Vielleicht ist es Palladium.

*Schlussbemerkung.* In der Partie Platin-Sand,  
welche ich untersuchte, war die größere Hälfte Eisen-  
platin, die kleinere wirkliches Platin. Die übrigen  
Körner betrugen zusammen etwa  $\frac{2}{10}$  der Masse. —  
Ganz anders verhielt sich die vom Hrn. Kabinetstath  
Heyer mitgetheilte Partie, in welcher Iridosmin wohl  
 $\frac{3}{4}$ , eigentliches Platin nur  $\frac{1}{4}$  des Ganzen ausmachte,  
und worin nichts von Eisenplatin zu bemerken war.



Einige schwarze Körner zeigten sich ebenfalls als Iridosmin, nur an der Oberfläche schwarz angeläufen. Zwei Körner schienen Glanzeisenerz zu seyn.

Diese Untersuchungen werden gewiss veranlassen, das nun mehr und mehr in Handel kommende russische Platin weiter zu prüfen. Vielleicht finden sich noch andere unvermuthete Mineralien dabei.

## X.

### *Untersuchung der russischen Platina;*

von

CH. OSANN, Professor in Dorpat.

Das auf dem Ural sich befindende Platinaerz ist von größerer Mannichfaltigkeit, als das amerikanische. Ich besitze jetzt schon von daher vier wesentlich von einander verschiedene Sorten, und wie ich erfahren habe, giebt es außer diesen noch mehrere. Eine davon, welche in größter Menge daselbst vorzukommen scheint, ist in Petersburg in der Münze käuflich. Sie besteht aus Körnern von verschiedener Art. Mit dem Magnet lassen sich kleine Körner ausziehen, welche den, auf gleiche Weise aus dem brasilianischen Platin, ausziehbaren dem äußern Ansehen nach gleichen. Die übrigen bestehen aus bleigrauen helleren und dunkleren Körnern von verschiedener, meist runder Gestalt, von denen die größten ungefähr eine Linie im Durchmesser haben mögen. Aus ihnen können noch einige Körner von goldgelber Farbe und

kleine platte, stark metallisch glänzende Körner ausgefucht werden.

Laugier hat zwei Proben des russischen Platin-erzes untersucht \*). Die eine, bestehend aus kleinen graulich-weißen Blättchen, welche dem Platina von Choco glichen, löste sich bis auf  $\frac{1}{8}$  von dem Gewichte der angewandten Menge auf. Der Rückstand bestand aus kleinen weißen metallisch glänzenden Blättchen. Die Auflösung enthielt Platin, Eisen, Rhodium und Spuren von Kupfer, Iridium und Osmium. Er erhielt dabei einen Verlust von  $\frac{1}{4}$  der angewandten Menge. Die zweite Sorte, welche aus Körnern von der Größe starker abgeplatteter Nadelköpfe von grauer Farbe bestand, löste sich zum Theil auf. Der Rückstand, welcher den vierten Theil der angewandten Menge ausmachte, bestand aus stark metallisch glänzenden Blättchen. Diese sollen hauptsächlich aus Iridium und Osmium bestehen, und außerdem noch Spuren von Titan und Chrom enthalten. In der Auflösung fand er Platin, Eisen, Kupfer und Spuren von Iridium. Von Palladium konnte er weder in der einen noch in der anderen Sorte eine Spur entdecken.

Zu meiner Analyse wandte ich die in größter Menge sich bei dem käuflichen Platinerz vorfindenden Körner von bleigrauer Farbe an. 1,2060 Grm. wurden davon abgewogen und in einer Retorte mit einem Gemisch von 1 Thl. Salpetersäure und 2 Thl. Salzsäure übergossen. Der Retorte war eine Vorlage vorgegeben, in welcher sich gebrannter Kalk befand. Sie wurde in einer Sandkapelle der Einwirkung mäßiger

\*) Man vergleiche dies. Ann. Bd. 83. S. 517. (P.)

Wärme ausgesetzt. Nach Verlauf von 6 Tagen, während welcher Zeit die verdünnete Salpetersäure öfters durch neue ersetzt worden war, hatte sich das Platin bis auf einen ganz unbedeutenden Rückstand aufgelöst. Um die Auflösung säurefrei zu erhalten, wurde mit der Digestion fortgefahren und die verdünnte Säure durch Wasser ersetzt, bis die übergelende Flüssigkeit keine saure Reaction mehr wahrnehmen liefs. Die Auflösung filtrirt, gab als unauflöslichen Rückstand 1,3 Millegr. Unter der Loupe betrachtet, fand sich, dafs er aus kleinen, stark metallisch glänzenden Blättchen, kleinen, den Hyacinthen ähnlichen, Körnern und weissen erdigen Körnern bestand. Das Filtrat wurde nun mit einer Auflösung von Cyanquecksilber vermischt, wodurch sich sogleich feingelbe Flokken fällten, welche abfiltrirt und in der Hitze zersetzt 19,8 Millegr. Palladinm geben. Bei einer anderen Analyse derselben Sorte erhielt ich von 1,5115 Grm. angewandten Platinerz 19,9 Millegr. Palladium, eine Gewichtsmenge, welche sich noch nicht um  $\frac{1}{8}$  Proc. von der vorigen unterscheidet.

Ich bemerke hierbei, dafs man zur Fällung des Palladinms eine kalt bereitete Auflösung des Cyanquecksilbers in Wasser anwenden mufs. Löst man Cyanquecksilber in heifsem Wasser auf, so zersetzt es sich und man erhält bei der Fällung nicht blofs Cyanpalladium. Dasselbe geschieht, wenn man die mit Cyanquecksilber gefällte Flüssigkeit nach gewohnter Methode zur besseren Absonderung des Niederschlags der Ofenwärme aussetzt. Fügt man unauflöstes Cyanquecksilber der Auflösung zu, so umziehen sich

die größeren Stücke mit einem blauen Ueberzuge von Cyaneisen und verunreinigen den Niederschlag.

Zu dem Filtrat Salmiak gesetzt, fällte sich die Flüssigkeit zu einem gelben, etwas ins Orange gehenden, Niederschlage, welcher durch Wärme zerlegt 94,6 Milligr. Platin im fein zertheilten Zustande gab. Das Filtrat mit Ammoniak gesättigt, fällte einen rothen, dem Eisenoxyd ähnlichen, Niederschlag. Er wurde getrocknet, in einen Porcellantiegel gethan und einer anhaltenden Weisglühhitze ausgesetzt. Hierauf wurde er mehrere Tage lang mit Salzsäure digerirt. Es hatte sich nur wenig aufgelöst; es wurde von dem Unaufgelösten durch Filtration getrennt. Das Filtrat mit Ammoniak versetzt, gab 20,1 Milligr. Eisenoxyd. Der Rückstand wurde anhaltend mit Salpetersalzsäure behandelt und hierauf filtrirt. Das Unaufgelöste war ein feines schwarzes Pulver, welches nach seinem physichen Verhalten, so wie nach der Unauflöslichkeit desselben in Salpetersalzsäure, zu schließen, Rhodium war. Das Gewicht desselben betrug 155,4 Milligr.

Die Auflösung in Salpetersalzsäure mit Salmiak versetzt, zur Trockne abgedampft und zerlegt, gab 10,0 Platinschwamm. Die Flüssigkeit, welche nach Fällung der salpetersalzsäuren Auflösung mit Ammoniak durch Filtration erhalten worden war, wurde zur trocknen Salzmasse abgedampft, diese in eine Retorte gethan und durch Hitze zerlegt. Hierauf wurde Wasser in die Retorte gegossen, das Auflösliche aufgelöst und von dem Unauflöslichen durch Filtration getrennt. Dieses war Schwammplatin, welches, nachdem es mit Salzsäure digerirt worden war, ein Gewicht von 4,9 Milligr. hatte. Die salzsaure Auflösung

wurde zu dem Filtrat gegossen. Zu diesem Chlorbarium gesetzt, fällte etwas schwefelsauren Baryt, welcher getrocknet und gewogen 10,8 Milligr. betrug. Das Filtrat mit kohlensaurem Kali versetzt, fällte einen weissen ins Röthliche gehenden Niederschlag, welcher sich mit bei fernerer Behandlung als Quecksilberchlorammonium vermengt mit einer nicht zu wägenden Menge Platinschwamm ergab. Es rührte dies offenbar von der zur Fällung des Palladiums etwas im Ueberschuß zugesetzten Menge Cyanquecksilber her. Die Flüssigkeit von dem weissen Niederschlag filtrirt, wurde abgedampft; es schieden sich beim Erkalten kubische Kryalle von Iridium haltigem Platinsalmiak aus. Die Auflösung wurde jetzt völlig abgedampft und die Salzmasse in der Hitze zersetzt. Der Rückstand wurde nun mit Salzsäure digerirt und der von der Flüssigkeit getrennte Platinschwamm gewogen. Das Gewicht desselben betrug 15,7 Milligr. Die salzsaure Auflösung mit Ammoniak versetzt, farbte sich bläulich. Sie wurde mit Schwefelammonium gefällt. Das erhaltene Schwefelkupfer wurde in einer Glasröhre von dem überschüssigen Schwefel durch Erhitzen über der Flamme einer Weingeistlampe getrennt und als einfaches Schwefelkupfer in Rechnung gebracht. Hiernach berechnet, betrug das Gewicht 24,5 Milligr.

Die in die Vorlage übergegangene Flüssigkeit hatte den darin sich befindenden Kalk völlig aufgelöst und reagierte sauer. Auf dem Boden des Gefäßes hatte sich eine geringe Menge von Gyps abgesetzt, welcher, abfiltrirt und getrocknet, ein Gewicht von 11,7 Milligr. hatte. Bei der Sättigung der Flüssigkeit mit Kalkwas-

ter fielen sich bräunliche Flocken. Ich hielt sie anfanglich für osmiumsauren Kalk; nachdem es mir jedoch nicht gelungen war, Osmium daraus darzustellen, fand ich, daß diese Flocken sich sowohl vor dem Löthrohre, als auch gegen andere Reagentien, wie Eisenoxyd verhielten. Da ich die völlige Gewißheit habe, daß auf mechanische Weise kein Eisenoxyd in die Vorlage übergeführt worden war, so muß die Salpetersalzsäure die Eigenschaft haben, sich mit einer geringen Menge Eisenoxyd verflüchtigen zu können. Auf ein Filtrum genommen und gewogen, betrug das Gewicht desselben 22 Milligr. Das Filtrat wurde in eine Retorte gegeben und über die Hälfte davon abdestillirt. Das Destillat, mit Galläpfelinktur versetzt, zeigte keine Spur von Osmium. Die in der Retorte befindliche Flüssigkeit wurde mit Chlorbaryum versetzt und der erhaltene Niederschlag von schwefelsaurem Baryt getrocknet und gewogen. Das Gewicht betrug 40 Milligr.

Nach dieser Analyse ist die Zusammensetzung des russischen Platins folgende:

Unauflöslicher		In Procent.
Rückstand	0,0013	0,11
Palladium	0,0198	1,64
Rhodium	0,1354	11,07
Platin	0,9752	80,87
Kupfer	0,0245	2,05
Eisen	0,0279	2,30
Schwefel	0,0095	0,79
Spur von Iridium		
	1,1936	98,83

Eine Untersuchung des unauflöslichen Rückstandes habe ich begonnen, ich bin jedoch noch nicht so weit vorgerückt, daß ich mit Gewißheit etwas darüber mittheilen könnte. So wie dieß der Fall seyn wird, werde ich meine Erfahrungen bekannt machen.

(Fortsetzung in einem der nächsten Hefte.)

**XI. Notiz über eine merkwürdige Varietät des Boracit's; von Wilhelm Haidinger.** (Aus dem Edinb. Journ. of Science Vol. III. p. 110.)

Eine sehr interessante Varietät des Boracit's ist kürzlich bei Lüneburg in Kry stallen gefunden worden, deren Form (nach einer Handzeichnung des Verfassers) in Fig. VII. Taf. II (im vorigen Hefte) abgebildet ist. Das Exemplar verdanke ich dem Dr. Turner, welcher es vom Professor Stromeyer in Göttingen erhalten hatte. Die Kry stallen sitzen in einem Gemenge von Gyps und Anhydrit, die beide, besonders aber der letztere, in Drüsenräumen kry stallisirt und durch den ganzen Fels verbreitet angetroffen werden. Im Allgemeinen zeigen die Kry stallen eine Combination vom Hexaëder, Octaëder und Dodecaëder, in welcher die Flächen des Octaëders vorwalten. Die kleinen dreiseitigen Flächen  $\alpha, \alpha$  u. s. w. würden bei hinlänglicher Vergrößerung ein Trigonal-Icositetraëder bilden, das im Hauptansehen dem Tetraëder gliche. Diese Form, welche schon Romé de l'Isle beschrieb und abgebildet hat \*), scheint bei den Varietäten des Boracit's zuerst von Breithaupt \*\*) beobachtet worden zu seyn; Haüy's *variété plagièdre* \*\*\*) enthält von derselben einige Flächen, und ist auch so von

\*) *Traité de Crystallograph.* Pl. I. Fig. 25.

\*\*) *Schriften der mineralogischen Gesellschaft zu Dresden.* Thl. I.

\*\*) *Traité de Minéralog.* 2de Ed. T. II. p. 59. Die 106te Figur zeigt irrigerweise 48 statt 24 Flächen.

Mohs \*) aufgeführt worden. Man hat jedoch allgemein angenommen, daß sie die dritte von denjenigen Formen sey, die sich im *Grundriss der Mineralogie* vom Prof. Mohs \*\*) beschrieben findet, bei welcher die Neigung von  $\alpha$  zu  $\alpha'$  über die Kante zwischen  $P$  und  $s = 162^\circ 14' 50''$  und die über die Kante zwischen  $P$  und  $n = 144^\circ 2' 53''$  beträgt. In diesem Falle würde die Combinationskante zwischen  $\alpha'$  und  $s$  nicht parallel seyn der Kante zwischen  $s$  und  $\alpha''$ , was sie doch in Wirklichkeit ist. Eben so zeigt die unmittelbare Messung mit dem Reflexionsgoniometer, daß jene beiden Neigungen einander fast gleich und sehr nahe  $= 152^\circ 20' 22''$  sind, welches der Winkel an der zweiten von Mohs beschriebenen Varietät ist \*\*\*). Die Lage einer jeden Fläche dieser Form ist also die nämliche, wie die einer Fläche des Tetragonal-Icositetraëders  $n$ , das Häufy †) in dem hexaëdrischen Eisenkies, in der von ihm *parallélique* genannten Varietät, zuerst nachgewiesen hat; während nach seiner Bezeichnung die Flächen  $\alpha$  im Boracit eine gleiche Lage mit den Flächen haben würden, die in der nämlichen Varietät des Eisenkieses mit  $s$  und  $\alpha'$  bezeichnet sind. Die Neigung von  $\alpha$  gegen das anliegende  $\alpha$  beträgt  $122^\circ 52' 42''$ .

\*) *Grundriss der Mineralogie*, Bd. II. S. 400.

\*\*) Ebendasselbst, Bd. I. S. 79.

\*\*\*) Das Zeichen dieser Flächen ist, nach der Methode des Prof. Weiss,  $= [a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a]$ ; in dem zuerst genannten Falle würde es  $= [a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a]$  gewesen seyn. P.

†) *Tableau comparatif*, p. 69.



XII. Ueber das wolframsäure Blei; vom Hrn. A. Levy \*).

Unter dem wolframsäuren Blei in Hrn. Turner's Sammlung befindet sich ein Exemplar mit sehr deutlichen Kry stallen von der in Fig. VIII, Taf. II (des vorigen Heftes) abgebildeten Form. Diese Kry stallen sind weifs, durchsichtig, in der Richtung der Axe verlängert, und parallel den Flächen  $b'$ , so wie, in einer auf der Axe senkrechten Richtung leicht zu spalten. Die Winkel unter den Flächen, sowohl den natürlichen, als auch denen der Theilbarkeit, lassen sich leicht mit dem Reflexionsgoniometer messen, und sind folgende:

(in den Endkanten) (in den Seitenkanten)

$$b^1 : b^1 = 99^\circ 43' \quad b^1 : b^1 = 131^\circ 30' \quad m : b^1 = 115^\circ 45'$$

$$a^2 : a^2 = 106^\circ 47' \quad a^2 : a^2 = 115^\circ 0' (**)$$

$$b^2 : b^2 = 92^\circ 46' \quad b^2 : b^2 = 154^\circ 36' \quad m : b^2 = 167^\circ 18' (***)$$

Einigen Kry stallen fehlen die Flächen  $b^2$ , während andere blofs aus diesen gebildet sind und als sehr scharfe, zuweilen keilförmige, Octaëder erscheinen. Ich habe auch gefunden, dafs die sehr kleinen weifsen Kry stallen, deren Bournon erwähnt und die zuweilen das molybdänsaure Blei begleiten, eine der eben genannten Formen besitzen und, so weit ich es ausmitteln

\*) Aus den Annals of Philosoph. N. S. T. XII. p. 364.

\*\*) Im Originale steht fälschlich  $65^\circ$ , was hier berichtigt ist, wo auch zur Verhütung von Mißverständnissen die Winkel in den Endkanten von denen in den Seitenkanten unterschieden sind. P.

\*\*\*) In der Methode des Hrn. Prof. Weiss sind die Zeichen der Flächen folgender:  $b^1 = [a : a : c]$ ;  $b^2 = [2a : 2a : c]$ ;  $m = [a : a : \infty a]$ ;  $a^2 = [a : \infty a : a]$ . P.

konnte, sehr nahe die nämlichen Winkel. Diese sind also sehr wahrscheinlich wolframsaures Blei.

Es überraschte mich sehr, daß die Winkel fast genau dieselben waren, wie beim molybdänsauren Blei. Nur hinsichtlich der Theilbarkeit schienen es mir, daß das wolframsaure Blei sich leichter senkrecht gegen die Axe spalten ließe, als das molybdänsaure. Wegen dieser Aehnlichkeit im krystallographischen Charakter, ersuchte ich vor ungefähr zwei Jahren Hrn. Children, die Substanz einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen, um auszumitteln, ob sie nicht etwa unrichtig benannt worden und vielleicht nur molybdänsaures Blei wäre. Die zur Untersuchung angewandte Menge war indess so gering, daß er kein entscheidendes Resultat erhalten konnte, daher ich denn, der folgenden Betrachtungen wegen, diese Exemplare in der Sammlung von dem molybdänsauren Blei trennte und unter dem Namen wolframsaures Blei bei Seite legte.

Ich bemerkte darauf, daß die Winkel beim molybdänsauren Blei nahe dieselben waren, wie beim wolframsauren Kalk; auch schien es mir aus der grossen Aehnlichkeit in der Form, Zwillingbildung und Theilbarkeit, so wie aus der nahen Gleichheit der Winkel beim kohlen-sauren Blei und Arragonit, beim phosphorsauren Blei und phosphorsauren Kalk, daß (um mit Prof. Mitscherlich zu reden) Blei und Kalk isomorphe Basen wären. Es liefs sich also erwarten, daß das wolframsaure Blei nahe dieselben Winkel haben würde, wie der wolframsaure Kalk, und also auch dieselben, wie das molybdänsaure Blei. Es läfst sich also aus dem Vorhergehenden schliessen,

dafs auch Molybdänsäure und Wolframsäure isomorph sind, oder dafs zwischen diesen Säuren dieselbe Aehnlichkeit da ist, wie zwischen Phosphor- und Arseniksäure \*). Um dieses Resultat auf eine gröfsere Zahl von Thatfachen stützen zu können, suchte ich mir im vorigen Jahre mehrere künstliche molybdänsäure und wolframsäure Salze zu verschaffen; aber Hr. Faraday, an den ich mich wandte, sagte mir, dafs es sehr schwer hielte, dieselben im krySTALLisirten Zustande zu erhalten. Indefs war Hr. Brooke so gütig, mir vor wenigen Tagen einige Messungen zu zeigen, die derselbe an kleinen KrySTALLen dieses Minerals gemacht hatte, doch ohne zu bemerken, dafs sie nahe denen am molybdänsäuren Blei gleich kamen; wie ich glaube bestätigen diese das, was ich zuvor gefunden, und rechtfertigen den daraus gezogenen Schluss.

Aufser diesen neuen Beispielen von Isomorphie bin ich oft mit der Untersuchung einer Klasse von Substanzen beschäftigt gewesen, die mir eine merkwürdige Aehnlichkeit in der Form und fast eine Gleichheit in den Winkeln gezeigt hat, unter denen ich nur den Cymophan, Peridot, Humit, Forsterit, den krySTALLisirten Serpentin, den Tantalit u. s. w. nennen will. Sobald die Resultate vollständig sind, werde ich sie bekannt machen, und ich hoffe, dafs, so wie sich die Beispiele von Isomorphie vermehren, sich auch die Aufmerksamkeit der Mineralogen und der Chemiker

\*) Diese beiden Säuren bieten einen Fall dar, der dem hier betrachteten analog ist. Ihre Verbindung mit zwei isomorphen Basen erzeugt isomorphe KrySTALLe, die vom arseniksauren Kobalt und phosphorsauren Eisen.

mehr auf diesen interessanten Gegenstand, der die Hülfe beider bedarf, denken wird.

Gelegentlich will ich hier einen schönen Kry stall vom wolframfauren Kalk beschreiben, der zu der Sammlung der verwitweten Gräfin von Aylesford gehört und mir von dieser zu untersuchen erlaubt worden ist. Vergleicht man seine Winkel mit den zu vor vom wolframfauren Blei gegebenen, so kann die Aehnlichkeit zwischen beiden Substanzen nicht entge hen. Der Kry stall ist in Fig. X. Taf. II (des vorigen Heftes) abgebildet, fast in natürlicher Grösse. Ein gerades quadratisches Prisma, dessen Seite  $b$  zur Höhe sich wie 1 zu 2,098 verhält, habe ich zur Grundform angenommen. Die Winkel sind:

$P : m = 90^{\circ}$	$2a : 2a = 155^{\circ} 36'$
$m : m = 90^{\circ}$	$2a : b' = 151^{\circ} 33'$
$b' : b^3 = 150^{\circ} 27'$	$2a : a^2 = 152^{\circ} 21'$
$a^2 : a^4 = 160^{\circ} 33'$	$2a : a^4 = 156^{\circ} 12'$

(in den Endkanten)

(in den Seitenkanten)

$b' : b' = 100^{\circ} 40'$	$b' : b' = 129^{\circ} 2'$
$b^3 : b^3 = 132^{\circ} 11'$	$b^3 : b^3 = 69^{\circ} 56'$
$a^4 : a^4 = 130^{\circ} 10'$	$a^4 : a^4 = 73^{\circ} 8'$
$a^2 : a^2 = 108^{\circ} 12'$	$a^2 : a^2 = 112^{\circ} 2' *$

Dieser schöne Kry stall ist durchsichtig und von blaßgelber Farbe. Aus dem Ansehen der Gebirgsart, die den Kry stall enthielt, schloß Hr. Heuland, daß derselbe zu *Breitenbrunn* in Sachsen vorkommen mußte.

\*) Die Zeichen der Flächen sind nach der Methode des Prof. Weiss folgende:  $b^3 = [3a : 3a : c]$   $a^4 = [2a : \infty a : c]$ ;  $2a = [a : \frac{1}{2}a : c]$ , die der Flächen  $b'$ ,  $b^3$ ,  $m$  und  $a^2$  sind den früher angegebenen gleich. (P.)

### XIII. *Nachträgliche Notizen über die durch Bewegung entstehenden magnetischen Erscheinungen.*

Im vorigen Bande dieser Annalen S. 385 ist den Lesern aus den *Annales de chimie et de physique* eine Notiz von Hrn. Arago mitgetheilt, worin derselbe unter andern einen Versuch auführt zum Beweise, daß auch *nichtmetallische* Substanzen im Stande sind, die Amplituden einer über ihnen schwingenden Magnetnadel merklich zu verringern. Zufolge einer späteren Anzeige in der nämlichen Zeitschrift, Tom. 53. p. 225, ist in jener Notiz zufällig ein Satz ausgelassen worden, und Hr. Arago theilt ihn daselbst nachträglich mit, eine dreimonatliche Reise als Entschuldigung angehend, daß es nicht schon früher geschehen sey. Da dieser Satz von Wichtigkeit ist, so wird es nöthig, ihn auch für die Leser dieser Annalen nachzuholen; er ist im vorigen Bande S. 387 nach Zeile 18 einzuschalten und lautet folgendermaßen. ;

Uebrigens, obgleich die Nachbarschaft von nicht metallischen Körpern, wie man gesehen hat, stets eine merkliche Verringerung in der Amplitude der Schwingungen einer Magnetnadel zu Wege bringt, bin ich selbst doch sehr geneigt, zu gestehen, daß der größte Theil der Wirkung hier nicht von einer magnetischen Action abhängen kann. Es ist um so nöthiger, über diesen Gegenstand neue Versuche im *Vacuo* anzustellen, als mir geschehen hat, daß selbst nichtmagnetisirte Nadeln einige Einwirkung erleiden, ferner die hemmende Wirkung des Glases, des Wassers und des Papierses, sehr abweichend von der der Metalle, bloß eine Wirkung der Oberflächen zu seyn scheint und

endlich die Rotationsbewegung dieser Substanzen ohne Wirkung bleibt, sobald eine Scheidewand dieselben von der Magnetnadel trennt.

Man wird sich aus dem letzten Hefte eines vom Prof. Pohl gemachten Versuches erinnern, welcher zeigt, daß eine rotirende Kupferscheibe auf dem freischwebenden Theil des Schlußdrahtes einer galvanischen Kette eine ähnliche Wirkung ausübt, wie auf eine Magnetnadel. Die Wirkung bestand bei diesem Versuche darin, daß der Draht um ungefähr 20° aus seiner natürlichen Lage abgelenkt wurde, und der Verfasser schloß daraus, daß unter günstigeren Bedingungen eine volle Rotation des Drahtes eingetreten seyn würde. Obgleich nun eine solche Rotation durchaus nicht zweifelhaft seyn konnte, so hat es doch, wenn auch nur aus historischem Gesichtspunkte, einiges Interesse, einen thatächlichen Beweis für die Möglichkeit derselben zu kennen, und deshalb mag hier eine von Ampère in Gemeinschaft mit Hrn. Colladon angestellte Untersuchung eine kurze Erwähnung finden. Die Versuche sind der Zeit nach früher angestellt als die des Hrn. Prof. P., waren hier aber noch unbekannt, als derselbe mir seinen Aufsatz übergab. Man findet sie beschrieben in dem Bulletin des Sciences mathématiques etc. Tom. VI. p. 211, und aus dieser Quelle entnehme ich kürzlich die nachstehenden Data, da mir eine ausführliche Mittheilung von keinem Nutzen schien. Der bewegliche Theil des Schlußdrahtes hatte bei den Versuchen der HH. Ampère und Colladon die Gestalt einer Spirale von einigen wenigen

mläufen und schwebte in horizontaler Lage mittelst  
 er beiden Enden, die sich senkrecht erhoben und in  
 wei mit Quecksilber gefüllten Schälchen tauchten, sehr  
 nahe über der Kupferscheibe, die gleichfalls in einer  
 horizontalebene rotirte. Die Wirkung der Kupfer-  
 scheibe auf den beweglichen Schlußdraht konnte  
 sich hiedurch sehr stark äußern, während die des  
 Erdmagnetismus fast compensirt war. Eine Glasglocke  
 bedeckte den Apparat und eine Scheibe sehr dicken  
 Papiers trennte ihn von der rotirenden Kupfer-  
 scheibe. Die Schälchen mit Quecksilber standen mit  
 der galvanischen Kette in Verbindung. Bei einem der  
 ersten Versuche am 30. des verflossenen Augustmonats,  
 wurde die Spirale nur um etwa 20° aus ihrer natürli-  
 chen Lage abgelenkt und zwar im Sinne der jedesma-  
 igen Drehung der Kupferscheibe; bei einem späteren  
 Versuche, am 11. Septemb., aber gelang es mit Hülfe  
 einer kräftigeren Säule, eine leichtere Spirale in eine  
 anhaltende Rotation zu versetzen, die an Schnellig-  
 keit der eines Magnetstabes von mittlerer Stärke gleich-  
 kam, auch in Richtung mit der übereinstimmte, wel-  
 che man der Kupferscheibe, nach dem Beispiele des  
 Hrn. Arago, mittelst eines kupfernen Räderwerks er-  
 theilt hatte.

(P.)

---

#### XIV. Ueber die Veränderung der doppelten Strah- lenbrechung durch die Wärme.

Ueber diesen Gegenstand ist im verflossenen No-  
 vembermonat, in einer Sitzung der hiesigen Akade-  
 mie, vom Hrn. Prof. Mitscherlich eine Vorlesung  
 gehalten worden, von der hier, da sie dem Leser in

einem der nächsten Hefte ausführlich mitgetheilt wird, einstweilen die folgende Notiz eine Stelle finden mag.

Bei Untersuchung des Einflusses der Wärme auf die doppelte Strahlenbrechung mehrerer Substanzen, hat Hr. Prof. Mitscherlich gefunden, daß der Gyps in dieser Beziehung unter allen krySTALLisirten Körpern die größte Veränderung erleidet. In gewöhnlicher Temperatur verhält sich der Gyps bekanntlich wie ein zweiaxiger KrySTALL, und es bilden die optischen Axen desselben unter sich einen Winkel von ungefähr  $60^\circ$ . Erhöht man die Temperatur, so wird dieser Winkel kleiner, und bei einer Temperatur von ungefähr  $73\frac{1}{2}^\circ$  R. fallen die optischen Axen zusammen; so daß alsdann die Erscheinungen denen bei einem einaxigen KrySTALL gleich werden. Jenseits dieser Temperatur gehen die Axen wiederum auseinander und zwar in einer Ebene, die auf der früheren senkrecht steht. Beim Erkalten finden dieselben Erscheinungen in umgekehrter Ordnung Statt. Die Aenderungen geschehen mit zunehmender Temperatur in einem steigenden Verhältnisse. Die Axen der doppelten Strahlenbrechung bleiben unverändert.

#### XV. *Notiz über den tiefen Barometerstand am*

*14. Januar 1827.*

Am 14. Januar 1827, an welchem Tage bekanntlich im ganzen nördlichen Deutschland, in Preußen, Dänemark, Holland, England und mehreren angränzenden Ländern ein heftiger Sturm gewüthet hat, sind hier in Berlin die nachstehenden Beobachtungen von mir



gemacht worden. Ich theile sie hier mit, in der Hoffnung, daß sie für Leser, die gleichfalls den Gang der meteorologischen Instrumente an jenem Tage verfolgten, nicht ohne Interesse seyn werden und vielleicht einen oder den andern Physiker veranlassen, die Beobachtungen von mehreren Orten, wie früherhin, zu einem Ganzen zusammenzustellen. Für diese mag auch noch gesagt seyn, daß sie bei kommenden Erscheinungen ähnlicher Art, auch ohne directé Anzeige, auf eine vollständige Reihe von Beobachtungen zur Bestimmung der GröÙe und Zeit des Minimums für den hiesigen Ort, mit Sicherheit rechnen können.

Tageszeit	Temperat. der Luft Re	Barometrit. bei + 0° R. par Lin.	Wind	Wetter
Mittag 12 <sup>h</sup>	+ 2,7	326,45	SW	bedeckt, Regen
3 <sup>h</sup> 30'	3,5	25,66	SW	stürmisch, regnigt
6 <sup>h</sup> 30'	4,1	23,27	WSW	Sturm, Regen
7 <sup>h</sup> 0'	4,3	22,74	-	-
7 <sup>h</sup> 30'	4,5	22,52	-	- regnigt
8 <sup>h</sup> 0'	4,2	22,97	-	- zieml. stark. Regen
8 <sup>h</sup> 30'	4,2	22,55	-	- trocken
9 <sup>h</sup> 0'	4,5	22,32	-	- vermischt
9 <sup>h</sup> 30'	4,6	22,12	-	- heiter
10 <sup>h</sup> 0'	4,8	22,12	-	- sehr heftig. Rglschauer
10 <sup>h</sup> 30'	4,3	22,23	-	- sehr heftig
11 <sup>h</sup> 0'	3,6	22,31	-	-
11 <sup>h</sup> 30'	2,5	22,97	-	- äuss. heftig. Bedeckt
11 <sup>h</sup> 40'	1,5	23,34	-	-
12 <sup>h</sup> 0'	1,7	23,91	-	-
12 <sup>h</sup> 30'	2,0	24,50	-	- etwas nachlassend
12 <sup>h</sup> 45'	1,7	24,75	-	-
Am 15. Jan. Mittag 12 <sup>h</sup>	- 0,5	30,62	NW	stark. Wind. Vermischt

Das Barometer hängt 42 Fuß über dem Straßenspflaster am Fuß der hiesigen Sternwarte, das man bis auf eine bei Bestimmungen dieser Art zu vernachlässigende GröÙe in der ganzen Stadt als horizontal betrachten kann. Das Mittel aus den 365 mittägigen

Ständen des Barometers im J. 1826, nachdem sie zuvor auf 0° R. reducirt worden, beträgt 355,944 par. Lin. und weicht von dem mittleren Stande aus sämtlichen Beobachtungen nur wenig ab. Hiernach hat also am 14. Jan. 1827 das Barometer hieselbst um 13,84 par. Lin. unter dem Mittel gestanden, und zwar um 9h 30' oder 10h Abends. Die Beobachtungen sind mit aller Sorgfalt an einem der hiesigen K. Akademiegehörigen Instrumente gemacht, das sowohl hinsichtlich seiner Aufstellung, der Weite des Rohrs (die sechs Linien beträgt) und der sonstigen Ausführung gewiß zu den vollkommensten seiner Art gezählt werden muß. Dennoch hat man die Angaben nur als ungefähre zu betrachten, indem das Barometer wegen seiner Empfindlichkeit und des heftigen Sturmes während der Beobachtungszeit fast nie zur Ruhe gelangte. Barometer von geringerem Durchmesser sind mit dieser Unbequemlichkeit zwar nicht behaftet und lassen eine sichere Ablesung zu; sie stellen aber dafür den Vorgang in der Luftmasse auf eine sehr unvollständige Weise dar, da sie die kleineren Oscillationen entweder gar nicht oder sehr fehlerhaft anzeigen. Ich muß dies besonders wegen des Standes um 8h bemerken, der ungefähr 0'' 4 höher ist, als der nächst vorhergehende und nächstfolgende, was keineswegs von einem Fehler in der Ableseung herrührt, wohl aber möglicherweise durch den Regen veranlaßt seyn mag, der um diese Zeit in ziemlicher Menge fiel. Bemerkenswerth ist, daß bis zum Eintritt des Minimums, nach welchem in kurzer Zeit der Sturm das Maximum seiner Heftigkeit erreichte, die Temperatur fortwährend stieg, dann aber rasch abnahm.

Gelegentlich will ich hier eine andere Reihe von Barometerständen mittheilen, die zwar keine ganz ungewöhnliche Tiefe erreichten, aber dennoch aus den früher angeführten Gründen nicht ohne Interesse seyn werden. Sie wurden am 14. Nov. 1826, am Tage der totalen Mondfinsternis, von mir beobachtet.

Tageszeit	Temperat. der Luft R°	Barometer bei 0° R. par. Lin.	Tageszeit	Temperat. der Luft R°	Barometer bei 0° R. par. Lin.
Mittag	+ 4,0	327,26	4½	+ 4,7	26,84
1	4,2	27,01	5	4,5	26,92
1½	4,3	26,84	5½	4,2	26,98
2	4,5	26,83	6	4,1	27,12
2½	4,5	26,81	6½	4,0	27,12
3	4,7	26,71	7	3,7	27,18
3½	4,7	26,55	9	2,8	27,26
4	4,6	26,76	Mitternacht	3,3	27,40

Der Wind blies während der ganzen Zeit mit ziemlicher Heftigkeit aus SSO. Der Himmel war abwechselnd bedeckt und heiter, wurde aber nach 5h 50' meist heiter. Von 3h bis 4h 30' gab es Wolken, die aus Südwesten kamen, und über ihnen noch andere, die anscheinend in Ruhe verharrten, ein Beweis, daß die Luft sich wenigstens in drei verschiedenen Zuständen befand.

P.

#### XVI. Ueber den Einfluß der durch Metallcontact erzeugten Elektricität auf die Ablagerung von kohlensaurem Kalke in Bleiröhren.

Daß man den Kupferbeschlag der Schiffe durch zweckmäßige Verbindung mit einem gegen ihn positiven Metalle wider die zerstörenden Angriffe des Seewassers schützen könne, hat bekanntlich Sir Humphry Davy sehr treffend in mehreren Abhandlungen gezeigt, von denen das Wesentliche in diesen Annalen Bd. 79. S. 211 mitgetheilt ist. Kürzlich hat Hr. Dumas Gelegenheit gehabt (Ann. de chim. et de phys. XXXIII. 265) die Anwendung dieses Principis auf einen Fall in Vorschlag zu bringen, der, wenn man will, der umgekehrte von jenem ist, da das Metall, was geschützt werden soll, mit einem gegen ihn negativen Metall verbunden werden muß. Das Wasser der Quel-

len nämlich, die an den Hügeln in der Nähe der Seine entspringen, hält sehr viel kohlenfauren Kalk in Kohlenfaure aufgelöst, so daß man es in gewisser Hinsicht als eine Auflösung von saurem kohlenfauren Kalke betrachten kann. Bei den Bleiröhren, welche zur Leitung dieses Wassers dienen, stellt sich nun die Unannehmlichkeit ein, daß sie sich oft durch eine Ablagerung von kohlenfaurem Kalke verstopfen, und zwar allemal da, wo die Röhren durch Schmelzloth mit einander verbunden sind. Dies wissen auch die dortigen Bleigießer sehr wohl, die daher in solchen Fällen ihr Augenmerk zunächst auf diese Stellen richten. Auch die kupfernen Hähne an diesen Röhren sind der Sitz solcher Incrustationen. Die nämliche Erscheinung zeigt sich ferner auf der Porcellanmanufaktur zu Seures, wo ein gleichfalls mit kohlenfaurem Kalke beladenes Wasser in einem bleiernen Behälter aufbewahrt wird. Die inneren Wände desselben zeigen fast kaum eine Spur von Bedeckung; wo aber die Bleiplatten durch Schmelzloth vereinigt sind, findet man eine, oft mehrere Linien dicke Schicht einer regellos geformten Masse, die im Innern krySTALLINISCH ist und, bis auf ein wenig Eisenoxyd, nur aus kohlenfaurem Kalke besteht. Eine Eisenstange, die zum Oeffnen einer Klappe am Boden jenes Behälters dient und in dem Wasser steht, ist sogar 5 bis 6 Linien dick mit einer solchen Masse überzogen, während das Blei in der Nähe fast ganz davon verschont ist. Es geht schon hieraus hervor, daß diese Ablagerung von kohlenfaurem Kalke keine zufällige seyn kann; Hr. Dumas hat dies jedoch durch einige directe Versuche vollends außer Zweifel gesetzt. Er stellte nämlich eine Kupferplatte verbunden mit einer Zinkplatte in ein solches Wasser. Nach Verlauf von zwei Tagen war das Kupfer mit einem flockigen Niederschlage bedeckt, das Zink hingegen noch völlig rein, und das Wasser, was zuvor einen starken Niederschlag mit oxalsauren Salzen gab, wurde kaum mehr durch dieselben getrübt. Eben so bedeckte sich eine vier Quadratzoll große Silberplatte, die an einen Streifen Blei gelöthet war und mit ihm sechs Monate lang in jenem Wasser hing, mit einem sehr dicken Ueberzuge, während der Bleistreifen völlig rein blieb. Auf diese Erfahrungen gestützt, giebt nun Hr. Dumas zur Vorbeugung und Abhelfung des genannten Uebels fol-

gendes Mittel an. Man verseehe die Bleiröhren der Wasserleitungen, in Abständen von zwanzig bis höchstens dreißig Fuß, mit kurzen Seitenröhren von Blei, verschliesse jede dieser Seitenröhren mit einem Stöpsel, von dem eine Stange ins Wasser der Röhre reicht, und verfertige Stöpsel und Stange von einem Metalle, das fähig ist, im Contacte mit Blei sich mit dem kohlen-sauren Kalke zu bekleiden und die Kohlensäure an das Blei abzusetzen. Dazu eignen sich nach den genannten Erfahrungen Zinn, Kupfer und Eisen. Hr. D. glaubt daher, daß Stöpsel von Gufseisen völlig hinreichend sind, sowohl um neue Bleiröhren vor solchen Ablagerungen zu bewahren, als auch, um alte schon halbweges verstopfte mit der Zeit wieder von diesen zu befreien. Hr. D. hebt noch als merkwürdig hervor, daß hier offenbar Kupfer, Schmied- und Gufseisen negativ sind gegen Blei, während, nach der Gesamtheit der chemischen Eigenschaften dieser Metalle, das Blei zwar positiv seyn würde gegen Kupfer und Zinn, aber negativ gegen Eisen. Er schreibt diese Abweichung der chemischen Natur des hier wirkenden flüssigen Leiters zu. Auch führt er an, daß nach Hrn. Pouillet's directen Versuchen das Blei im Contacte sich negativ verhält gegen das Schmelzloth der Bleigieß-fer, während es positiv ist gegen Zinn, Eisen und Kupfer \*). Endlich bemerkt noch Hr. D., daß man den obigen Prozeß, mit geringen Abänderungen, auch zur Entsalzung des Meerwassers anwenden könne, worüber er ins Künftige Versuche anzustellen verspricht.

## XVII. Ein Fall der weiten Verbreitung des Schalls.

Die ungemeine Leichtigkeit, mit der ein Schall bei kaltem Wetter in beträchtlichen Entfernungen gehört wird, ist oft ein Gegenstand der Aufmerksamkeit gewesen. Ein Fall dieser Art ereignete sich (auf der dritten Nordpol-Expedition des Capt. Parry) zu Port Bowen, der bemerkenswerth ist, da er gewissermaßen einen Maßstab für diese Leichtigkeit giebt. Lieutn. Forster nämlich, welcher von dem Observatorium einen Mann nach dem gegenüberliegenden Ufer des Hafens gesandt hatte, um dort ein Meridianzeichen zu er-

\*) Das Resultat derartiger Versuche hängt jedoch zum Theil von dem Zustande der Oberfläche der Metalle ab. Hr. Dr. Seebeck hat noch in Bd. 82. S. 140 dies. Annual. gezeigt, daß Blei mit rauher Oberfläche negativ elektrisch wird gegen Zinn mit polirter Fläche, daß aber Blei mit polirter Fläche gegen das nämliche Zinn positiv elektrisch wird. (P.)

richten, konnte mit diesem ohne Umstände eine Unterredung führen, obgleich die Entfernung zufolge einer Messung 6696 engl. Fuß 1,2 engl. Meilen betrug. (Aus den Ann. of Ph. XII. 470. Th. Y. führt indeß in seinen Lect. of nat. Phil. T. II. p. 266 unter Derh Namen an, daß man zu Gibraltar die menschliche Stimme auf als zehn engl. Meilen gehört habe; und dieser Fall wäre dann dem zuvor genannten wenigstens nicht übertroffen. P.)

## Berichtigungen

in Berzelius Abhandlung, über die Bestimmung der relativ Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen, in diesen Annalen Band VIII.

- S. 10 Z. 16 v. o. lies *Kohlenstoff* statt *Kohle*  
 — — 5 v. u. *Iridium* st. *Rhodium*  
 — — Nach Z. 5 ist einzuschalten *R. Rhodium*  
 — — Nach Z. 15 (nach Mangan) ist einzuschalten *Co. Cerium*  
 — 16 — 7 (Note) *L. gerade* st. *wieder*  
 — 17 — 2 v. o. *L. Goldchlorid* st. *Chlorgold*  
 — 18 — 10 u. 11 v. o. *L. des Wasserstoffs* st. *eines Wasserstoffatoms*  
 — — 13 v. u. *L. Kohlenstoff* st. *Kohle*  
 — 20 — 7 v. u. *L. 51,28* st. *51,23*  
 — 23 — 18 v. o. *L. 4,8268* st. *4,2268*  
 — 24 — 16 v. u. *L. Atomengewicht* st. *Antimonengewicht*  
 — 177 — 3 v. u. *L. 184,63* st. *184,65*  
 — 178 — 7 v. o. *L. 389,1* st. *289,1*  
 — — 7 v. u. *L. 1265,8* st. *1265,3*  
 — 179 — 10 v. o. *L. 194,62* st. *193,83*  
 — 181 — 6 v. o. *L. könnten* st. *könnte*  
 — — 4 v. u. *L. dieselben* st. *dieses*  
 — — 1 v. u. *L. Wasserstoffs* st. *Wassers*  
 — 183 — 15 v. u. *L. zu niedrig ausfällt* st. *ausmacht*  
 — 184 — 6 v. u. *L. Rothof* st. *Rothhof*  
 — 185 — 5 v. o. *eben so*  
 — 186 — 10 v. o. *L. 92,04* st. *92,049*  
 — — 10 v. u. *L. Eisenfluorid* st. *Fluoreisen*  
 — — 5 u. 6 v. u. *L. als das Wasserstoffatom* st. *als das des Wasserstoffatoms*  
 — — 4 v. u. *L. Analogie* st. *Aehnlichkeit*  
 — 187 — 5 v. o. *L. Wasserstoffs* st. *Wassers*  
 — — 10 v. u. *L. neutral 3.* *gesättigt*  
 — — 5 v. u. *L. Be* st. *Bl*  
 — 188 — 20 v. o. hinter *Säure* *L. über der Spirituslampe*  
 — — 24 v. o. *L. keinen* st. *erst einen*  
 — 189 — 6 v. o. *L. Chlor Silber* st. *Chlorcalcium*  
 — — 9 v. o. *L. Strontium* st. *Strontian*.

Die übrigen Berichtigungen sollen dem nächsten Bande angehängt werden.

Bei der Abhandlung vom Prof. Hällström ist zu bemerken, daß hier die Zeichnungen auf die Hälfte von denen des Originals reducirt und mit den Namen theils der Beobachter, theils der Beobachtungsorte versehen wurden. Die Nachträge zu dieser Abhandlung mußten aus Mangel an Raum bis zu einem der nächsten Hefte verschoben bleiben.

Fig. 2.



Fig. 5.

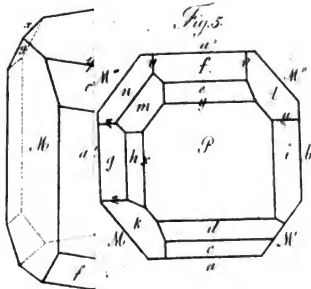


Fig. 7.

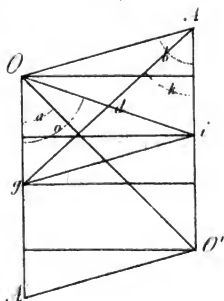


Fig. 9.

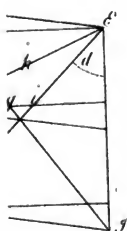


Fig. 11.

















530.5

4613

PHYSICS

V 8





530.5

A613

V 8

PHYSICS

